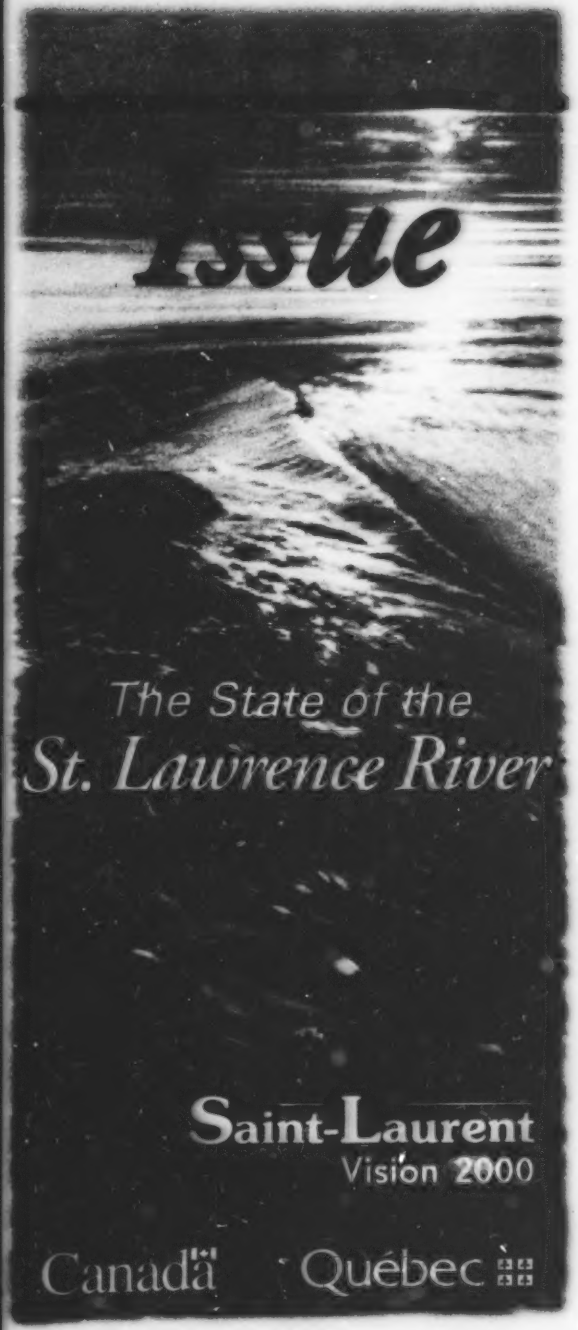


Fluctuating Water Levels in the St. Lawrence River

The maintenance of certain natural components of the St. Lawrence River, as well as the development of a number of human activities, are dependent on particular water level conditions and may be compromised in the absence of these conditions. Fluctuating water levels have local, regional or global impacts and can affect various environmental components as well as a number of sectors of activity whose needs are often divergent and even contradictory. The management of St. Lawrence water flows and levels is therefore likely to give rise to conflicts in use and to both negative and positive impacts on the natural environment. Furthermore, this problem will probably become more acute during the coming decades, in light of the climate change which has already begun and the threat of diversions of water from the Great Lakes, which could significantly alter St. Lawrence water flows and levels.

This fact sheet presents the main findings of an examination of seasonal and interannual fluctuations in St. Lawrence water levels during the twentieth century and discusses the effects of these fluctuations on uses and components of the natural environment. It also identifies the most important initiatives that have been undertaken with respect to water levels, puts in perspective the role of global climate change and identifies remedial measures for maintaining the uses and components of the St. Lawrence from the standpoint of sustainable development. For further information and a more in-depth analysis of the problem, the reader may refer to the reports listed at the end of the fact sheet.

Summary Analysis

The St. Lawrence drainage system

Figure 1 presents the main aspects related to the issue of fluctuations in St. Lawrence water levels. It illustrates the complexity of the St. Lawrence drainage system, particularly in the Montreal region, where numerous regulating structures have been erected since the turn of the century.

Figure 1 also shows that the various uses that may be affected by fluctuations in water levels are not distributed uniformly along the St. Lawrence. For example, the Montreal region is particularly prone to the flooding of riverfront properties, while numerous spawning grounds along the shores of Lake Saint-Pierre require high spring water levels in order to be accessible to fish.

The state of St. Lawrence water levels and factors influencing these levels

Many natural and anthropogenic factors influence water levels and their effects combine, making it difficult to establish causal links. Table 1 lists the main factors which determine St. Lawrence water levels and indicates the spatial and time scale of each factor's influence.

The relative influence of the various factors depends on the sector concerned. Table 2 provides additional information on this subject. It presents a summary of the findings concerning historical fluctuations in water levels and the factors influencing these levels in the various sectors of the St. Lawrence.

The effects of fluctuations in St. Lawrence water levels

Seasonal and interannual variations in water levels have been observed, and these two types of fluctuations have an impact on the uses and natural components of the St. Lawrence.

Table 3 provides an overview of the impacts of fluctuations in St. Lawrence water levels on uses and environmental components. It also allows us to quickly assess the magnitude of the impact of high and low water levels on the St. Lawrence as a whole. For example, we can see that high levels cause losses ranging from minor to extreme for riverfront properties, while at the same time these high levels have a beneficial impact on commercial shipping and certain wildlife uses.

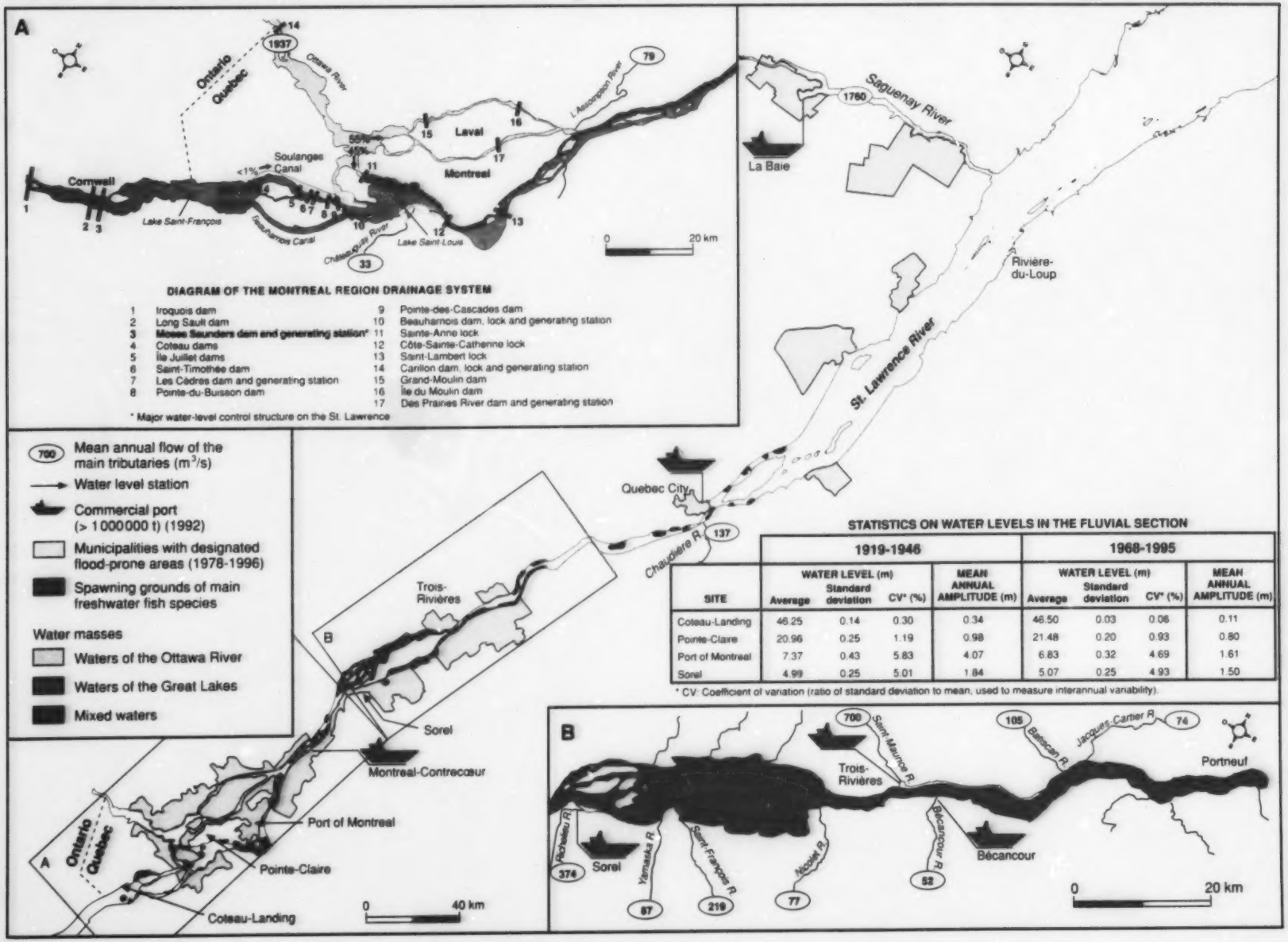
In general, the following two conclusions may be drawn:

- High water levels produce significant benefits for certain uses and environmental components and sometimes extreme losses for others.
- Low water levels have few positive impacts on uses and environmental components and produce negative impacts which can sometimes be significant or extreme.

Ongoing initiatives

Table 4 lists the major initiatives taken with respect to the water levels of the St. Lawrence. They are programs aimed at water-level regulation or the adaptation of society to such fluctuations.

FIGURE 1 Main Characteristics of the St. Lawrence Drainage System and Identification of Certain Uses Influenced by Water Levels



STATISTICS ON WATER LEVELS IN THE FLUVIAL SECTION

SITE	1919-1946 WATER LEVEL (m) Average	Standard deviation	CV* (%)	MEAN ANNUAL AMPLITUDE (m)	1968-1995 WATER LEVEL (m) Average	Standard deviation	CV* (%)	MEAN ANNUAL AMPLITUDE (m)
Coteau-Landing	46.25	0.14	0.30	0.34	46.50	0.03	0.06	0.11
Pointe-Claire	20.96	0.25	1.19	0.98	21.48	0.20	0.93	0.80
Port of Montreal	7.37	0.43	5.83	4.07	6.83	0.32	4.69	1.61
Sorel	4.99	0.25	5.01	1.84	5.07	0.25	4.93	1.50

* CV: Coefficient of variation (ratio of standard deviation to mean, used to measure interannual variability).

Table 1 Description and Influences of Natural and Anthropogenic Factors on St. Lawrence Water Levels

Pressure Anthropogenic factors	Spatial scale	Time scale	Maximum potential change in the level of the St. Lawrence*	Comments
Control of ice jams	FS, FE	Hours/weeks	- 5 m (locally)	Canadian Coast Guard (CCG) vessels clear ice jams.
Hydroelectric dams **Moses Saunders and Beauharnois**	FS	Hours/months	0 to + 0.2 m** (average annual amplitude reduced by a factor of 3 at Coteau-Landing)	Control water levels and modify seasonal flows.
Navigable channel and dredging **(Cornwall to Île d'Orléans)**	FS, FE	Permanent	Variable	Can decrease water levels near the shore.
Diversions of water	GLSLB	Permanent	- 0.5 m	The U.S. has multiple water diversion plans starting from the Great Lakes.
Other mechanisms	A	Variable	Less than ± 0.1 m	Other minor hydroelectric dams and other man-made structures (dikes at Sorel, construction of the Expo 67 site, etc.).
State **Natural factors**				
Tides	FE, UE, LEG	Minutes/hours	+ 6 m	The strongest tides are observed in the Quebec City region.
Atmospheric pressure	FE, UE, LEG	Hours/days	± 0.5 m	This factor explains the annual maximum water level in the gulf in the fall.
Wind	A	Hours/days	± 0.5 m	Significant effect, especially on the fluvial lakes and in the gulf.
Ice jams	FS, FE	Hours/weeks	+ 5 m (locally)	Potentially dangerous phenomenon but controlled by CCG ice-breakers.
Inflows from tributary rivers	FS, FE, UE	Days/months	± 0.5 m	The tributary rivers contribute to the increased flow between Cornwall and Quebec City.
Aquatic plant communities	FS, FE	Weeks/months	± 0.2 m	Seasonal influences (June-October)
Precipitation	GLSLB	Weeks/years	± 1 m	Precipitation is the ultimate source of all water inputs.
Evaporation	GLSLB	Weeks/years	± 0.2 m	Negligible factor directly on the St. Lawrence but very important on the GLSLB as a whole.
Rise in sea levels	FE, UE, LEG	Decades/centuries	+ 0.5 m	Caused, in part, by isostatic rebound and global warming.
Isostatic rebound	A	Centuries	- 0.10 to + 0.50 m	The reference points for measuring water levels change slowly due to this phenomenon.

KEY: GLSLB: Great Lakes-St. Lawrence Basin; FS: Fluvial Section; FE: Fluvial Estuary; UE: Upper Estuary; LEG: Lower Estuary and Gulf; A: all sectors of the St. Lawrence.
* The change is estimated in relation to the historical average of water levels.
**Assessed monthly.

Table 2 Historical Fluctuations in St. Lawrence Water Levels and Factors Influencing these Levels in the Various Sectors of the St. Lawrence

State

Sector	Stations	Fluctuations in water levels	Determining factors
Fluvial Section	Coteau-Landing	Water levels have stabilized above the historical average since the early 1960s. Seasonal and interannual fluctuations have decreased significantly since that time.	In the Fluvial Section as a whole, the factors determining water levels are, in order of importance: • natural fluctuations in precipitation (Great Lakes and Ottawa River Basin) • regulating structures • inputs from tributary rivers. At all stations, the average annual amplitude has been reduced by the regulating mechanisms. Regulation has decreased interannual variability in the western portion of the Fluvial Section. In the eastern portion, the effect is less apparent or even absent, possibly masked by fluctuations in natural factors. The influence of regulation decreases rapidly with increasing distance downstream of Beauharnois, becoming insignificant in the Fluvial Estuary.
	Pointe-Claire	Seasonal fluctuations are less pronounced for the recent period (1968-1995) than for the first half of the twentieth century. The attenuation of the pattern of water level fluctuations since the 1960s is much less apparent at this station than at Coteau-Landing.	
	Port of Montreal	A major change in the hydrologic regime has been noted since the 1960s: the amplitude of seasonal fluctuations has decreased significantly.	
	Sorel	Seasonal fluctuations are less pronounced for the recent period (1968-1995) than for the first half of the twentieth century. Just as at Pointe-Claire, the change in the water regime since the 1960s has been less apparent than at Coteau-Landing.	
Fluvial Estuary	Neuville	Few significant changes in the pattern of water level fluctuations throughout the twentieth century.	In this sector, tides and weather conditions (storms, precipitation in the GLSLB, ice jams, etc.) are the main factors determining water levels. Inputs from the tributary rivers also have a greater impact than regulation. The effect of regulating structures is minor.
Upper Estuary		No station has kept records over a long enough period to analyse fluctuations in water levels.	The main factors determining water levels are tides and local and regional weather conditions (winds and low-pressure systems). The effect of regulating structures is negligible.
Lower Estuary and Gulf	Pointe-au-Père Sept-Îles Harrington Harbour	No apparent change in the hydrologic regime. Long-term upward trend in water levels, especially in the gulf.	The main factors determining water levels are tides and local and regional weather conditions (winds and low-pressure systems). The effect of regulating structures is negligible.

Comments

- Several of the findings presented above are derived from an analysis of water levels conducted for two separate periods: 1919-1946 and 1968-1995. The first period predates the construction of the St. Lawrence Seaway and dams, regulation plans and major engineering structures on the St. Lawrence. In the second period, the modern era, there were no major modifications of the anthropogenic infrastructures. Comparing the statistics for the two periods shows how the introduction of control and regulation mechanisms have affected St. Lawrence water levels.
- In the St. Lawrence, the Lake Saint-François sector (Coteau-Landing station) is the one with the greatest changes in hydrologic regime over the two periods.
- Episodes of low water levels were observed at all stations in the Fluvial Section in the mid-1930s and the 1960s, while persistent high levels were observed from 1970 to 1986.
- Natural cycles of 20 to 30 years in water levels have been reported in the Great Lakes-St. Lawrence Basin (GLSLB) by a number of authors.
- The seasonal cycle is characterized by a maximum water level in the spring (associated with snow melt) and a minimum level in the summer in the Fluvial Section and the Fluvial Estuary. In the Lower Estuary and the Gulf, the seasonal cycle is quite different, being characterized by a maximum during the winter months and a minimum in the spring.
- A more detailed study would be necessary to establish specific links between the natural factors and St. Lawrence water levels, in the absence and in the presence of anthropogenic regulating structures. A detailed statistical analysis of all the water level data for the entire St. Lawrence would help clarify the effect of management practices and of natural fluctuations in water inflow on interannual fluctuations in water levels.

State

Table 3 Effects of Extreme or Prolonged High and Low Water Levels on the St. Lawrence and Semi-objective Assessment of their Impacts

	High water levels (extreme or prolonged)	Low water levels (extreme or prolonged)	Sensitive sectors
Uses			
Riverfront properties	Higher probability of flooding of riverfront infrastructures, particularly in the Montreal region (during the 1970-76 period there were serious floods on the shores of Lake Saint-Louis, Lake des Deux Montagnes, Mille Îles River and des Prairies River); Reduction in the commercial value of riverfront lands and decrease in potential soil use; Increase in compensation costs (insurance); Threat to public safety (e.g. floods of the 1970s in the Montreal region). ***Impacts: -4 to -1***	Few problems for riverfront properties. ***Impacts: 0 to +1***	FS, FE, UE, LEG
Commercial shipping	Greater than normal cargo-carrying capacity of ships; Increase in the profitability of shipping (positive economic impact for the St. Lawrence); Possibility of dangerous currents. ***Impacts: +1 to +2***	Decrease in cargo-carrying capacity of ships (each 30 cm drop in water level would result in a reduction of approximately 5% in the total cargo of a container ship); Economic losses (during periods of prolonged low levels, shippers will divert cargo to another North American port); Increased navigation difficulties; The most critical sector is the Montreal-Quebec City stretch. ***Impacts: -4 to -3***	FS, FE, UE
Pleasure boating	Flooding of docks; Loss of revenue for marinas; Possibility of dangerous currents; Increase in navigable area. ***Impacts: -1 to +1***	Drying of launching ramps; Loss of revenue for marinas and pleasure-boat harbours; Navigation difficult and dangerous (Lake Saint-Pierre, Lake Saint-Louis and Lake des Deux Montagnes) or impossible (Mille Îles River and des Prairies River); Increase in the number of groundings (observed at various locations in the Montreal region during prolonged periods of low levels in 1988 and 1995); Reduction in the usable area of waterways because of the proliferation of aquatic plants. ***Impacts: -3 to -1***	FS, FE
Hydroelectric power	Increase in the production of hydroelectric power. ***Impacts: +2***	Decrease in the production of hydroelectric power. ***Impacts: -2***	FS
Water supply	No documented effect. ***Impacts: 0***	Drinking water supply more problematic; Additional treatment costs (water quality is often poor since the waste dilution capacity is reduced); Possibility of obstruction of water intakes by frazil ice in winter. ***Impacts: -2 to 0***	TF, EF

State

	High water levels (extreme or prolonged)	Low water levels (extreme or prolonged)	Sensitive sectors
Uses (continued)			
Recreational activities	Decrease in the area of beaches; Increased beach erosion (the rise in ocean levels is causing significant beach erosion in the Gulf of St. Lawrence). ***Impacts: -2 to 0***	Increase in the area of beaches (but swimming difficult or impossible in certain locations) and increase in immersion distance; Closure of certain beaches because of deteriorating water quality (reduced dilution effect and rise in temperature promote bacterial contamination) or aesthetic degradation (mud and aquatic plants exposed). ***Impacts: -2 to +1***	FS, FE, UE, LEG
Wildlife uses	Easier upstream migration of fish toward their spawning sites (in the Fluvial Section, a number of species spawn in the flood plains); Limitation of the area of breeding, nesting and nursery habitats of reptiles, muskrats and waterfowl; Flooding of certain habitats (duck nests, muskrat lodges, turtle egg-laying sites, etc.); Losses of riparian habitats caused by increased erosion of the banks. ***Impacts: -1 to +3***	More difficult access to spawning grounds (e.g. the low levels adversely affect the upstream migration of Atlantic tomcod to the mouth of the Sainte-Anne River); Decrease in the area of spawning grounds (for species in the Fluvial Section that spawn in the flood plain); Upstream displacement of the salinity front, upsetting the timing of hatching, larval drift and development in certain species of fish; Reduction in waterfowl and muskrat habitat (as a result of the drainage of swamps caused by low water levels). ***Impacts: -3 to -1***	FS, FE
Environmental components			
Wetlands	Losses of area (in Lake Saint-Louis, the high levels in 1972-76 had a major negative impact on wetlands there); Decrease in the percentage of emergent aquatic vegetation. ***Impacts: -3 to -1***	Losses of area (drainage of aquatic plant beds); Invasion by aggressive or exotic plant species made easier. ***Impacts: -2 to 0***	FS, FE, UE
Riparian vegetation	Loss of riparian forests (in the Fluvial Section, the high water levels of the 1970s reportedly caused a severe disturbance in the forest perimeter of Dowker Island, major degradation of the tree and shrub cover on Îles de la Paix, and serious damage to the silver maple around Lake Saint-Louis. Adverse effects on red ash have also been observed in the Fluvial Estuary near Quebec City; recently, losses of riparian forests have been noted in the Gulf of St. Lawrence, due to the rise in sea levels). ***Impacts: -3 to -1***	No documented effect. ***Impacts: 0***	FS, FE, UE, LEG

State

Table 3 Effects of Extreme or Prolonged High and Low Water Levels on the St. Lawrence and Semi-objective Assessment of their Impacts *(continued)*

	High water levels (extreme or prolonged)	Low water levels (extreme or prolonged)	Sensitive sectors
Environmental components (continued)			
Shores and banks	Losses of shoreline caused by increased erosion (phenomenon observed in all sectors of the St. Lawrence: in the Fluvial Section, it is estimated that 1 to 2 m of shore per year are lost between Boucherville and Lake Saint-Pierre. In the Fluvial Estuary, the high levels of the 1920s and 1970s caused serious erosion at Saint-Antoine-de-Tilly. In the gulf, certain beaches are receding at a rate of 1 to 1.5 m annually because of the rise in sea levels). ***Impacts: -4 to -2***	Decrease in water-induced erosion; Possibility of invasion of the shores by terrestrial vegetation or by human development; Aesthetic degradation (shores exposed). ***Impacts: -1 to 0***	FS, FE, UE, LEG
Water quality	Increase in the dilution effect and better oxygenation; Risk of degradation of water quality (sewer back-ups, overflow of retaining basins, soil leaching). ***Impacts: -2 to 0***	Decrease in the dilution effect and deterioration of water quality, especially in summer when high temperatures promote bacterial growth (phenomenon more pronounced in sectors such as Lake Saint-Louis where the water flow is now concentrated in the navigation channel, leaving small quantities of water near the shores). ***Impacts: -3 to -1***	FS, FE
Suspended matter and sediments	Increase in the quantity of suspended matter carried by the St. Lawrence (approximately 50% of the sediment load at Quebec City is transported during the spring thaw and the average diameter of the particles carried is much larger than during low-water periods). ***Impacts: -2 to -1***	Resuspension of fine particles owing to reduced water depth; Risk of resuspension of toxic sediments; Possibility of resuspension of sediments by ships (mainly between Varennes and Lake Saint-Pierre, at Bécancour and at the North Traverse near Île d'Orléans). ***Impacts: -1 to 0***	FS, FE

Comments

- The effects of extreme water levels are presented from a broad perspective rather than in terms of local or sectoral impacts. At any given location, only some of these effects are actually observed.
- It is in the Fluvial Section and in the Fluvial Estuary that fluctuations in water levels are likely to affect the largest number of uses and environmental components.
- Low and high water levels can have negative or positive effects, depending on the use or component concerned.
- For a given use (or component of the environment), low or high water levels can have positive or negative effects, depending on the location concerned, the time of year or other external factors.
- With reference to the use of the St. Lawrence by wildlife, low or high levels alone are not influential. Rather, it is the timing of the different levels with certain parts of the life cycle of the wildlife species concerned that is at issue. The time or seasonal aspect is also important for other uses, particularly for certain recreational activities.
- In the case of wetlands, alternating high and low levels seem to be essential for maintaining the diversity and productivity of these environments.

KEY: FS: Fluvial Section; FE: Fluvial Estuary; UE: Upper Estuary; LEG: Lower Estuary and Gulf.
Assessment of Impacts – Type of impact: +: Benefit; -: Loss. Intensity of impact: 0: nil; 1: minor; 2: moderate; 3: pronounced; 4: extreme.

Table 4 Summary of the Main Government Initiatives

Response

Program name	Type*	Date	Comments
Water level regulation in the international section of the St. Lawrence River	R	1963	The International St. Lawrence River Board of Control is responsible for regulating water flows. Regulation mechanisms have limited effectiveness since the main factors which modify water inflow into the basin cannot be accurately controlled or predicted. Regulation plan 1958-D is based on considerations aimed mainly at commercial shipping, hydroelectric production and the protection of riverfront properties. The outflow from Lake Ontario into the St. Lawrence is determined on the current and forecast water inputs and water level conditions on Lake Ontario. The Council can modify the flows stipulated by plan 1958-D in order to respond to extreme conditions. Priority is then given to people who live near rivers when flows are high and to navigation and hydroelectric production when flows are too low. A new regulation plan, called Plan 1998, was recently proposed to the International Joint Commission. It is intended to improve management compared to plan 1958-D, but it makes minor changes in the water level and flow regime.
Control of ice jam formation in winter	R	1968	Since 1953, Canadian Coast Guard (CCG) ice-breakers have been used to ensure passage in the navigation channel during winter. However, the channel has been kept open year-round as far as Montreal only since 1968. Moreover, ice control structures have been built across the St. Lawrence near the Champlain Bridge and in the La Prairie Basin. These measures reduce flood risks due to ice jams. Other booms are also installed seasonally between Montreal and Trois-Rivières.
Flood Damage Reduction Program	A	1975	This national program seeks to limit damage rather than provide compensation to victims. The agreement between the Government of Canada and the Government of Quebec therefore endeavours to limit construction in flood-prone areas. For each designated area, the two levels of government agree on the following measures: 1) they will not engage in any construction, or approve or finance any development in the designated areas; 2) they will not pay any compensation for damage caused by floods for any development built after an area has been designated as vulnerable; and 3) the province will encourage local authorities to take flood risks into consideration during the land zoning process.
Ottawa River regulation plan	R	1977	This plan is aimed at limiting flooding while optimizing hydroelectric production on the Ottawa River. It came into being with the establishment of the Ottawa River Regulation Planning Board. There is only partial regulation of the Ottawa River and thus it is possible to effectively limit the flood risk only for the second spring flood crest on the river. Furthermore, this regulation provides no guarantee against high levels, such as those observed from 1972 to 1976.
Canada-Quebec Agreement Respecting Flood Damage Control on the Mille Îles River	R	1986	This Agreement aims to reduce flood damage on the Mille Îles River. Under this agreement, a control structure, the Grand-Moulin dam, was built at the mouth of the river in 1986. This dam limits the discharge of the river to 700 m^3/s, the threshold above which virtually all the damage on the Mille Iles River occurs. The Grand-Moulin dam provides improved protection for the Mille Îles River, but does not in any way decrease the flood risk for the des Prairies River and the Lake des Deux Montagnes.
Beauharnois-Les Cèdres complex management program	R	1989	The Beauharnois-Les Cèdres complex, located at the outlet of Lake Saint-François, is managed in conjunction with the Moses Saunders dam in such a way that the outflow is approximately equal to the inflow. The influence of the complex on St. Lawrence water levels is therefore minor compared to that of the Moses Saunders dam. However, the water levels between Coteau and Pointe-des-Cascades are prone to rapid fluctuation. Compensating works have therefore been built by Hydro-Québec in order to regulate flows and maintain constant water levels to, among other reasons, meet local recreational and aesthetic needs. Nonetheless, prior to 1989, there were frequent complaints, about the impacts on uses and fish (fish mortality). Since 1989, new management practices have been in effect following studies conducted for Hydro-Québec. These management practices were adopted following consultations with the various stakeholders involved. They have reportedly eliminated the problem of fish mortality among certain fish species, but still cause concern among people who live near the river.
1992 Memorandum of Understanding	A	1992	Dredging is done to maintain a guaranteed depth for navigation in the ship channel. This guaranteed depth was increased from 10.7 m to 11.0 m with the 1992 Memorandum of Understanding between the CCG and stakeholders in the shipping sector. A network of gauges was also installed for measuring water levels and communicating them to shippers on a constant basis in order to allow ships to be loaded to capacity. This network also makes it possible to issue flood warnings more quickly. Judging from the small number of subscriptions to this network, it seems that shipping companies are not taking full advantage of this information.

* There are two types of programs: water level regulation programs (R) and programs for adapting to fluctuations in water levels (A).

Summary

Fluctuations in St. Lawrence water levels are partly attributable to natural factors (such as precipitation), but also to anthropogenic factors such as the presence of hydroelectric dams. A number of engineering structures have been erected on the St. Lawrence during the twentieth century, especially in the Fluvial Section. Management practices are used to regulate water flows upstream and downstream of these structures, substantially modifying annual hydrologic regimes (and water levels), at least in certain sectors of the St. Lawrence. The relative importance of natural and anthropogenic factors is not well understood and varies from one sector to another.

The effects of fluctuations in water levels on uses and natural components are numerous, diversified and often opposed, which means that conflicts of use are inevitable. The expectations of the various groups of users are often difficult to reconcile. It is important to also take into consideration the needs of the ecosystems, which can themselves come into conflict (for example, the reproduction of calm-water fish and the nesting of waterfowl, which are fostered, respectively, by high and low spring water levels). Moreover, water levels can only be partially controlled, since these levels are largely determined by climatic factors which are beyond our control. Global phenomena such as climate change further complicate water management since they operate over larger spatial and time scales (see sidebar).

Global climate change

Specialists in atmospheric sciences agree that global warming is a reality and it is expected to accelerate if no action is taken to reduce greenhouse gases. One of the major impacts of climate change anticipated for southern Quebec would be a reduction in the flow of the St. Lawrence. This reduction in flow would produce effects of varying magnitude, depending on the sector concerned and the uses and environmental components considered. To study climate change, scientists use atmospheric general circulation models (GCMs). The scenarios produced by these models should not be considered climatic forecasts but rather possible scenarios of climate change. There are no models capable of providing accurate estimates on a regional scale. The results of these models should therefore be interpreted with caution.

Pressure Components

During the last century, the Great Lakes and St. Lawrence Basin experienced a warming of 0.7°C. In eastern Canada, it appears that we are witnessing primarily an increase in climate variability. A doubling of the carbon dioxide concentration, compared to the preindustrial era, is forecast by the next century if no steps are taken to reduce greenhouse gases. According to GCMs, this would produce an average warming of 3°C along the St. Lawrence within 50 years, an increase in precipitation of 5 to 20% in

winter and approximately 10% in the spring; the first frost would occur 9 to 14 days later and snow melt would begin 13 to 16 days earlier.

State Components

Effects on St. Lawrence water flows and levels

According to the GCM scenarios for an atmosphere whose carbon dioxide concentration has doubled, the water flow from Lake Ontario could be reduced by 21 to 51%. In the case of a scenario involving a 40% reduction, the present flow of the St. Lawrence, estimated at 7300 m^3/s near the Port of Montreal, would be no more than 5100 m^3/s, which represents a value lower than the minimum record of 5900 m^3/s for the last 90 years.

Effects on uses and components of the natural environment

The main impact of climate warming on the St. Lawrence would be a drop in water levels in the western portion (Fluvial Section and Fluvial Estuary) and an increase in water levels, compared to normal values, in the estuary and the gulf. The most probable consequences would be the following:

Fluvial Section and Fluvial Estuary

- increase in dredging
- greater risk to navigation and an increase in assistance and rescue operations
- decrease in the cargo-carrying capacity of ships
- deterioration in water quality
- loss of wetland area
- more frequent saline intrusions in the Fluvial Estuary with risk of contamination of groundwater.

Upper Estuary, Lower Estuary and Gulf

- increase in the erosion of beaches and shores
- loss of riparian forests
- possibility of accommodating ships of deeper draught.

Response Components

After signing the Framework Convention on Climate Change in Rio in 1992, Canada established a program of national action in order to fulfil its commitments. The Great Lakes-St. Lawrence Basin (GLSLB) project aims to improve our understanding of the complex interactions between climate, the environment and society in order to develop regional adaptation strategies in response to climate change in the Great Lakes-St. Lawrence Basin. The project leaders consider it important that we develop adaptation and mitigation mechanisms now, rather than waiting until extreme situations become uncontrollable. Moreover, the *Canada Country Study: Climate Impacts and Adaptation* aims to survey current knowledge of the possible impacts of projected climate change and of measures for adapting to these changes. The portion of the study devoted to Quebec took stock of current knowledge and identified a number of deficiencies and recommendations. In December 1997, Canada signed the *Kyoto Protocol* whereby it undertook to reduce its emissions of greenhouse gases by 6% (compared to 1990 levels) by the 2008-2012 period.

Little is known about the effects of climate change on water level fluctuations. However, this should not be used as a pretext for minimizing the magnitude of the anticipated impacts on the St. Lawrence. Indeed, although they are still uncertain, the impacts anticipated by a number of studies are too important to be ignored. A preventive management approach is therefore desirable. In this context, action could be taken immediately to reduce the vulnerability of uses and natural components to increased climate variability. ■

Taking Action.....

From a sustainable development standpoint, it is desirable to set environmental objectives[1] and maintenance-of-use objectives to ensure the sustainability of the resources and uses of the St. Lawrence. With respect to water levels, guidelines that can be considered maintenance-of-use objectives currently exist for commercial shipping (guaranteed depth of 11 m in the navigation channel) and protection of riverfront properties (avoid any construction in areas with a flood recurrence period of 20 years or less). For the other uses, as well as for all the natural components, there are no recognized objectives that can be applied to the entire St. Lawrence. A number of objectives were proposed in the early 1980s for water level management in the Montreal region, notably with respect to wetland vegetation, fish, waterfowl, the Great blue heron, the muskrat, water quality, swimming and pleasure boating. Although they are sometimes based on incomplete data and they may be imperfect and difficult to apply to other regions, these level and flow management objectives could constitute a foundation for present and future efforts.

The establishment of such objectives is difficult since the links between water levels and most uses are still poorly understood. In addition, optimal water levels can vary in certain cases, depending on the season or from one part of the St. Lawrence to another. Lastly, a given water level can be advantageous for one aspect of a use, but disadvantageous for another aspect of the same use. This is the case, notably, for wildlife uses where high water levels can facilitate the upstream migration of fish, but adversely affect the maintenance of the habitats of waterfowl and a number of reptiles. Thus, while identifying the optimal levels for wildlife or maintaining habitats may be desirable, it is difficult to accomplish in practice since the needs of flora and fauna (in terms of water levels and their fluctuations) vary from one species to another.

A first step in setting these objectives could be an effort to forge a consensus among concerned stakeholders with respect to the water levels to favour, from a standpoint of sustainable development. Since a number of uses and natural components have opposing needs, society will have to make choices when setting environmental objectives or maintenance-of-use objectives. It will probably be necessary to adopt a preventive approach in order to ensure the maintenance of uses and natural components, particularly in the context of global climate change.

Some concrete action can be envisioned immediately in light of the conclusions presented in Table 5. This information is separated into five broad categories that, though not exhaustive, correspond to the main fields of activity to be considered for more effectively managing the problem of St. Lawrence water levels and improving the present situation.

1. An environmental objective is a marker, a threshold or a target relating to a human activity, or to a pressure generated by a human activity, or to an ecosystem component affected by this pressure. The aim of such an objective is to maintain a human activity at a level whereby no serious or irreversible effects are observed on ecosystems; to reduce or limit such pressure to an acceptable level for ecosystems and their associated uses; and to protect, reclaim or restore these ecosystems.

Table 5 Conclusions and Fields of Activity with respect to St. Lawrence Water Levels

Water level regulation and management

- Between 1986 and 1993, the International Joint Commission (IJC) conducted a vast study designed to examine ways of remedying the adverse effects of fluctuations in water levels. The report's main recommendations emphasize controlling riverfront development rather than introducing new regulating structures. The costs and environmental impacts associated with the large-scale construction required by regulating structures were among the main reasons for these recommendations.
- Water level management must take into consideration the often divergent interests of a growing number of social, economic and environmental stakeholders, which give rise to numerous conflicts of use. In 1995, Environment Canada's St. Lawrence Centre and the Quebec environment ministry (MEF) both submitted briefs to the IJC calling for the maintenance of wildlife uses and natural components to be included in water level regulation strategies in the Great Lakes-St. Lawrence Basin. These demands could entail identifying the optimal levels for wildlife and maintenance of habitats to be considered in the water management of the international section of the river. These demands could also apply to the Ottawa River Regulation Planning Board.
- Many stakeholders are calling for a review of the management practices imposed by the current regulation plan. They are demanding, among other things, that greater emphasis be placed on environmental considerations. In addition, the current plan is based on historical water levels which probably no longer reflect current and future reality, because of the climate change which has already begun.
- There are no government policies specifically concerning water level management. Management is currently governed by a Canada-United States treaty which covers in a very general way the overall needs of a number of U.S. states and Canadian provinces. To improve this situation, a more integrated approach to water management is being demanded by many stakeholders. The policy sought should, among other things, include measures to protect shores, the littoral zone and flood plains, and promote consensus and reconciliation rather than confrontation among the various stakeholders with divergent interests.

Adaptation to fluctuations in water levels

- Water levels cannot be completely controlled and are largely dependent on climatic factors. The recent floods in Quebec show that natural phenomena sometimes result in extreme hydrologic fluctuations which no existing infrastructure can absorb. In the context of global climate change, an increase in climate variability is entirely possible and could contribute to increasing the frequency of floods. The only way to avoid or attenuate their effects is not to build homes on the flood plain. However, this adaptation should be accompanied by a detailed analysis of the extreme floods that have occurred along the St. Lawrence over the past thirty years.
- The Flood Damage Reduction Program (FDRP), a federal-provincial government program encourages the public not to build homes in the flood plain. In view of the increase in the frequency of floods in Quebec and in Canada in recent years, new, more restrictive measures than those identified in the FDRP could be contemplated in order to limit the damage through future zoning and land use regulations.

Public education and communication of scientific information

- The establishment of any water level management measure is doomed to failure if it is not understood and accepted by the public and the various stakeholders. The public hearings held by the IJC and, more recently, the numerous briefs presented to the Nicolet Commission on the Saguenay River flooding demonstrate that there are serious deficiencies in the quality of the information circulating among the public and a number of interest groups (people who live near rivers, ecologists, navigators, decision makers), particularly in terms of: 1) the regulation of water levels, the operational constraints and limitations of water management structures; 2) the significance of climatic factors (precipitation, ice jams, wind, etc.) in determining the short-term, seasonal or interannual fluctuations in water levels; and 3) recognition of the real risks of flooding of properties located in flood-prone areas.
- The public has a tendency to trust in technology to solve any technical problem. Recognition by the public of the danger of flooding and of the concept of a flood-prone area remains minimal despite the efforts of the FDRP. Indeed, we observe among the public a number of perceptions that are not consistent with reality with respect to flood risks. Efforts could continue to raise public awareness in this area.
- More effective communication of scientific information would make it possible to eliminate a large number of unrealistic expectations on the part of various interest groups in terms of how dams should be managed, notably with respect to the international portion of the St. Lawrence.

Monitoring

- A number of human uses are dependent on fluctuations in St. Lawrence water levels. Hence, improving the short-, medium- and long-term forecasts of water levels would be one way to facilitate the planning of a number of uses and also improve public safety. For example, accurate knowledge of water levels and flows through effective monitoring would improve the efficiency and increase the cargo-carrying capacity of shippers while reducing the risks of accidents. Rapid transmission of the data collected by networks of gauging and hydrometeorology stations has improved with the creation of the Coastal and Ocean Water Level Information System, but mechanisms should be established to facilitate more effective use of the information obtained by this system.
- There is no monitoring of the natural components of the St. Lawrence with respect to fluctuations in water levels. Such monitoring would make it possible to improve knowledge of the medium- and long-term effects of fluctuations in water levels. Given the importance of wetlands as a wildlife habitat and their sensitivity to fluctuations in water levels, it would be worthwhile to systematically conduct, in all sectors of the St. Lawrence, a survey of these environments, as has already been undertaken in a number of locations. With respect to wildlife resources, there is also a need to monitor the evolution of certain descriptors. For example, monitoring the size of the cohorts of certain species should be considered as a way of acquiring new relevant data about the status of populations likely to be affected by fluctuations in water levels.
- Wildlife habitats and riverfront properties are very sensitive to the phenomenon of erosion. The erosion of beaches is also an increasingly worrisome phenomenon, notably in the Gulf of St. Lawrence, because of the rise in sea levels. A long-term monitoring network should be introduced to record the erosion of shores and the retreat of cliffs along the St. Lawrence.

Table 5 Conclusions and Fields of Activity with respect to St. Lawrence Water Levels ***(continued)***

Knowledge acquisition

- Knowledge of the effects of fluctuations in water levels is still insufficient to establish water level management measures aimed at maintaining the various uses and natural components of the St. Lawrence. Among other things, the relationships between the biotope and variations in St. Lawrence levels or flows have not been quantified — an important step in evaluating the sensitivity of habitats and biological communities. Increased knowledge of the importance of the timing of these phenomena for wildlife, and of the links between water levels, wildlife resources and most human uses is also required. The results of the best models available in each research sector still have to be integrated for this purpose.
- The links between climate and hydrologic cycles are poorly understood. A multivariate statistical analysis of all the hydrologic and climate data available on the Great Lakes-St. Lawrence Basin would enable us to better understand these links.
- Given the major impact of climatic factors on fluctuations in St. Lawrence water levels and the evidence of global climatic change, additional studies are essential. There is a lack of knowledge of what action should be taken to adapt effectively to climate change. There is also an obvious lack of models for evaluating the specific impacts of climate change on the St. Lawrence. The International Joint Commission thus recommends that work should continue to estimate the possible impacts of climate change on the Great Lakes-St. Lawrence Basin so that the areas most vulnerable to climate change can be identified.

For more information

BERGERON, L. 1995. *Les niveaux extrêmes d'eau dans le Saint-Laurent : ses conséquences économiques et l'influence des facteurs climatiques.* Report submitted to Environment Canada, Atmospheric Environment Branch.

COMMITTEE ON FLOW REGULATION. 1976. Final Report of the Committee on Flow Regulation. Montreal Region. Department of Natural Resources and Environment Canada.

DEPARTMENT OF FISHERIES AND OCEANS CANADA. 1997. MEDS database – Marine Environment Data Service. Canadian Hydrographic Service, Laurentian Region. Mont-Joli.

FARID C., J. JACKSON, and K. CLARK. 1997. *The fate of the Great Lakes: Sustaining or draining the sweetwater seas?* Published by Canadian Environmental Law Association and Great Lakes United. February 1997.

INTERNATIONAL JOINT COMMISSION. 1993. Great Lakes and St. Lawrence Levels Reference Study. Study Board. International Joint Commission, January 1993. Draft final report.

ROBICHAUD, A., and R. DROLET. 1998. *Rapport sur l'état du Saint-Laurent : Les fluctuations des niveaux d'eau du Saint-Laurent.* Technical Report. Federal-provincial SOE team, composed of representatives of Environment Canada, Fisheries and Oceans Canada and the Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Sainte-Foy.

SECRÉTARIAT ARCHIPEL. 1986. *Projet Archipel. Étude de faisabilité. Rapport technique nº 4: Évaluation des effets sur l'environnement. Annexe 18: La gestion optimale pour la flore, la faune et les loisirs.* Government of Quebec. Department of Recreation, Fish and Game. Department of Municipal Affairs.

YEE P., R. EDGETT, and A. EBERHARDT. 1995. *Régulation des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent. Ce que cela signifie et comment cela fonctionne.* Environment Canada, Ontario Region and North Central Division of the U.S. Army Corps of Engineers.

PRODUCTION

Design and Structure

Federal-provincial State-of-the-Environment Team: Hélène Bouchard, Environment Canada and Louis Roy, Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec

Research and Writing

Federal-provincial State-of-the-Environment Team: Alain Robichaud and René Drolet, Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec

TECHNICAL PRODUCTION

Environment Canada – St. Lawrence Centre
105 McGill Street, 7th floor, Montreal
Quebec H2Y 2E7

Co-ordination

Louise Quilliam

Graphic Design

Denise Séguin and VirageGraph Inc.

Cartography

François Boudreault

Translation

Public Works and Government Services Canada

Linguistic Revision

Patricia Potvin

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank all those who contributed to analysing the issue of fluctuating water levels in the St. Lawrence River, namely:

St. Lawrence Vision 2000 is an action plan governed by a cooperation agreement between the governments of Canada and Quebec. Its aim is to conserve, protect and enhance the St. Lawrence River, with the ultimate goal of returning use of the river to the population. One of the objectives of the action plan is to improve our knowledge of the St. Lawrence River and to disseminate this information to decision makers, riverside communities and the general public.

This approach is reflected in the fact sheets in the series ***The State of the St. Lawrence River***. Its main objective is to collect relevant information about the state of the St. Lawrence in Quebec to provide decision support. The focus is on a series of issues, which are interpreted according to a "pressure-state-response" approach. This approach seeks to identify causal links among the various sources of pressure exerted on the St. Lawrence ecosystem, including natural disasters and human activities, and the state of habitats and resources, and to examine measures taken to counter their effects (existing responses). Each of these environmental issues is the subject of a fact sheet intended for decision makers and those members of the general public for whom the welfare of the St. Lawrence River is a concern. ■

Erratum

Research and Writing

Federal-provincial State-of-the-Environment Team:
Alain Robichaud; René Drolet, Fisheries and Oceans Canada

Published by Authority of the Minister of the Environment

© Minister of Public Works and Government Services Canada 1998

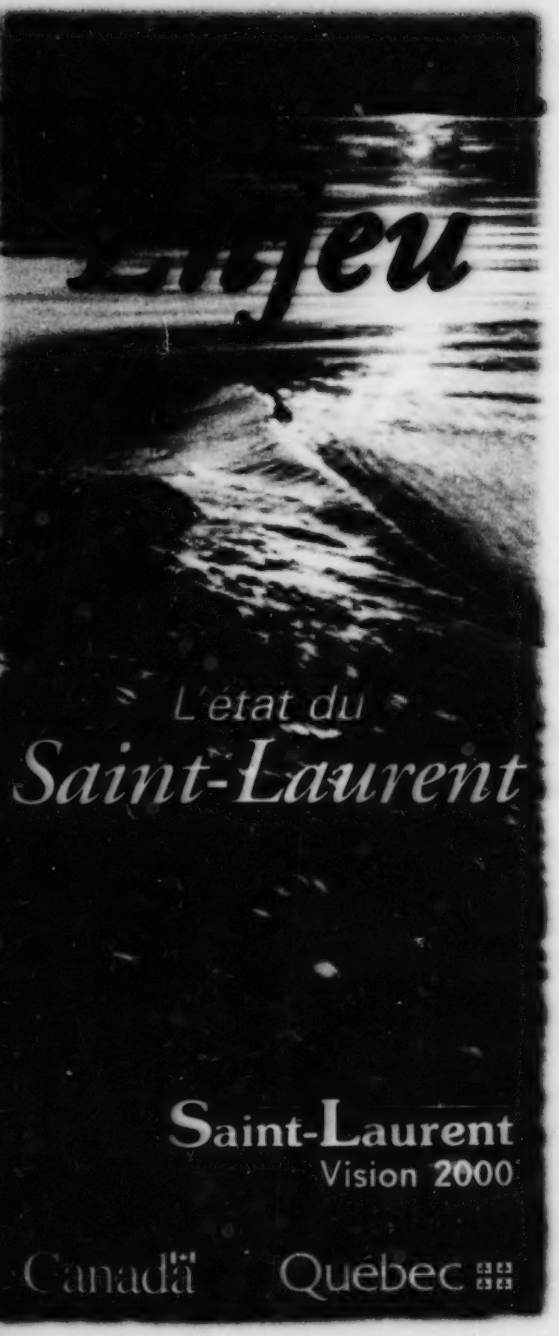
ISBN: 0-662-26669-2
Cat. No.: En 153-97/1998-2-1E

Legal Deposit – Bibliothèque nationale du Québec, 1998
Legal Deposit – National Library of Canada, 1998

Cover page photograph: Michel Boulianne

Aussi disponible en français sous le titre :
Les fluctuations des niveaux d'eau du Saint-Laurent

This paper contains at least 20% post-consumer recycled fibres.



Les fluctuations des niveaux d'eau du Saint-Laurent

Le maintien de certaines composantes naturelles du Saint-Laurent, ainsi que le développement de plusieurs activités humaines, reposent sur des conditions particulières de niveau d'eau et peuvent être compromis en l'absence de ces conditions. Les impacts des fluctuations des niveaux d'eau sont locaux, régionaux ou globaux et peuvent affecter différentes composantes du milieu ainsi que plusieurs secteurs d'activités dont les besoins sont souvent divergents et même contradictoires. La gestion des débits et des niveaux d'eau du Saint-Laurent est donc susceptible d'entraîner des conflits d'usage et des effets à la fois négatifs et positifs sur le milieu naturel. Par ailleurs, il est probable que cette problématique prenne de l'ampleur au cours des prochaines décennies, compte tenu des changements climatiques déjà amorcés, et de la menace de dérivations d'eau à partir des Grands Lacs, ce qui pourrait engendrer des modifications significatives des débits et des niveaux d'eau du Saint-Laurent.

Cette fiche présente les principales conclusions découlant de l'examen des fluctuations saisonnières et interannuelles des niveaux d'eau du Saint-Laurent au cours du vingtième siècle et discute des effets de ces fluctuations sur les usages et les composantes du milieu naturel. Elle identifie aussi les principales réponses qui existent à l'égard des niveaux d'eau, met en perspective le rôle des changements climatiques globaux et dégage des pistes d'action en vue d'assurer le maintien des usages et des composantes du Saint-Laurent dans une perspective de développement durable. Pour plus d'information et une analyse détaillée de la problématique, le lecteur peut se référer aux rapports cités à la fin de la fiche.

Sommaire de l'analyse

Le réseau hydrographique

La figure 1 présente les principaux éléments liés à l'enjeu des fluctuations des niveaux d'eau du Saint-Laurent. Elle illustre la complexité du réseau hydrographique du Saint-Laurent, en particulier dans la région de Montréal où de nombreux ouvrages de régularisation ont été érigés depuis le début du siècle.

On y observe aussi que les différents usages pouvant être affectés par les fluctuations des niveaux d'eau ne sont pas répartis de façon uniforme le long du Saint-Laurent. Par exemple, la région de Montréal est particulièrement sensible à l'inondation des propriétés riveraines, alors que les rives du lac Saint-Pierre recèlent de nombreuses frayères dont l'accessibilité pour les poissons nécessite de hauts niveaux d'eau printaniers.

Les niveaux d'eau et les facteurs qui les influencent

Plusieurs facteurs naturels et anthropiques influencent les niveaux d'eau et leurs effets se combinent, rendant difficile l'établissement de liens de causalité. Le tableau 1 dresse une liste des principaux facteurs qui déterminent les niveaux d'eau du Saint-Laurent et indique, pour chacun, à quelle échelle spatiale et temporelle son influence se fait sentir.

L'influence relative des différents facteurs dépend du secteur considéré. Le tableau 2 apporte plusieurs précisions à ce sujet. Il présente un sommaire des conclusions relatives aux fluctuations historiques des niveaux d'eau et aux facteurs influençant ces niveaux dans les différents secteurs du Saint-Laurent.

Les effets des fluctuations des niveaux d'eau

On observe des variations saisonnières et interannuelles des niveaux d'eau, ces deux types de fluctuations ayant des conséquences sur les usages et les composantes naturelles du Saint-Laurent.

Le tableau 3 permet de brosser une image globale des impacts des fluctuations des niveaux d'eau du Saint-Laurent sur les usages et les composantes du milieu. Il permet aussi d'évaluer rapidement l'étendue des conséquences des hautes eaux ou des basses eaux sur l'ensemble du Saint-Laurent. Par exemple, on peut y voir que des hauts niveaux causent des pertes faibles à extrêmes en ce qui concerne les propriétés riveraines, alors que ces mêmes niveaux élevés ont, au contraire, un effet bénéfique sur la navigation commerciale et certains usages fauniques.

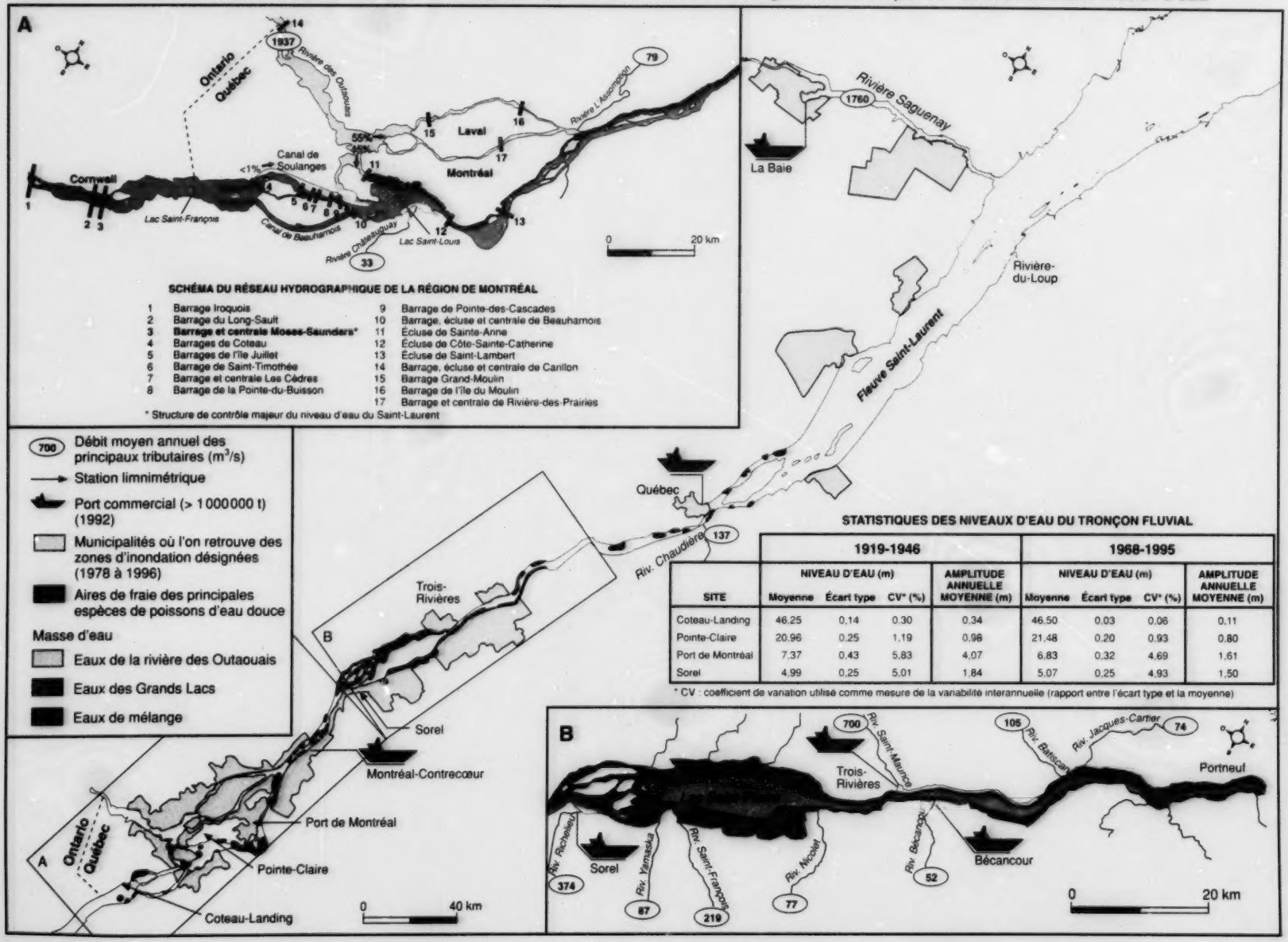
De façon générale, on peut tirer les deux conclusions suivantes :

- les hautes eaux procurent des gains appréciables pour certains usages ou composantes du milieu et des pertes parfois extrêmes pour d'autres;
- les basses eaux ont peu d'impacts positifs sur les usages ou composantes du milieu, et elles produisent des impacts négatifs qui peuvent parfois être prononcés ou extrêmes.

Les mesures existantes

Le tableau 4 dresse la liste des principales mesures ou réponses concernant les niveaux d'eau du Saint-Laurent. Il s'agit de programmes visant la régularisation des eaux ou l'adaptation de la société aux fluctuations des niveaux d'eau.

FIGURE 1 Principales caractéristiques du réseau hydrographique du Saint-Laurent et usages influencés par les fluctuations des niveaux d'eau



STATISTIQUES DES NIVEAUX D'EAU DU TRONÇON FLUVIAL

SITE	1919-1946 NIVEAU D'EAU (m) Moyenne	Écart type	CV* (%)	AMPLITUDE ANNUELLE MOYENNE (m)	1968-1995 NIVEAU D'EAU (m) Moyenne	Écart type	CV* (%)	AMPLITUDE ANNUELLE MOYENNE (m)
Coteau-Landing	46,25	0,14	0,30	0,34	46,50	0,03	0,06	0,11
Pointe-Claire	20,96	0,25	1,19	0,98	21,48	0,20	0,93	0,80
Port de Montréal	7,37	0,43	5,83	4,07	6,83	0,32	4,69	1,61
Sorel	4,99	0,25	5,01	1,84	5,07	0,25	4,93	1,50

* CV : coefficient de variation utilisé comme mesure de la variabilité interannuelle (rapport entre l'écart type et la moyenne)

Tableau 1 Description et influence des facteurs naturels et anthropiques sur les niveaux d'eau du Saint-Laurent

Pression Facteurs anthropiques	Échelle spatiale	Échelle temporelle	Changement potentiel maximum de niveau sur le Saint-Laurent*	Commentaires
Contrôle des embâcles	TF, EF	Heures-semaines	- 5 m (localement)	Les navires de la Garde côtière canadienne (GCC) éliminent les embâcles.
Barrages hydroélectriques : **Moses-Saunders et Beauharnois**	TF	Heures-mois	0 à + 0,2 m** (amplitude moyenne annuelle réduite par un facteur de 3 à Coteau-Landing)	Contrôlent les niveaux d'eau et modifient les débits saisonniers.
Voie navigable et dragage **(Cornwall à l'île d'Orléans)**	TF, EF	Permanent	Variable	Peut diminuer les niveaux d'eau près des rives.
Dérivations d'eau	BGLSL	Permanent	- 0,5 m	Projet des États-Unis d'effectuer de multiples dérivations à partir des Grands Lacs.
Autres mécanismes	T	Variable	Inférieur à ± 0,1 m	Autres barrages hydroélectriques mineurs et autres mécanismes anthropiques (digues de Sorel, construction du site d'Expo 67, etc.).
État Facteurs naturels				
Marées	EF, ME, EMG	Minutes-heures	+ 6 m	Les plus fortes marées sont observées dans la région de Québec.
Pression atmosphérique	EF, ME, EMG	Heures-jours	± 0,5 m	Ce facteur explique le maximum annuel du niveau d'eau en automne dans le golfe.
Vent	T	Heures-jours	± 0,5 m	Effet important surtout sur les lacs fluviaux et dans le golfe.
Embâcles	TF, EF	Heures-semaines	+ 5 m (localement)	Phénomène potentiellement dangereux mais contrôlé par les brise-glaces de la GCC.
Ruissellement des rivières tributaires	TF, EF, ME	Jours-mois	± 0,5 m	Les rivières tributaires contribuent à l'accroissement du débit entre Cornwall et Québec.
Herbiers aquatiques	TF, EF	Semaines-mois	± 0,2 m	Influence saisonnière (juin-octobre).
Précipitation	BGLSL	Semaines-années	± 1 m	La précipitation est la source ultime de tous les apports en eau.
Évaporation	BGLSL	Semaines-années	± 0,2 m	Facteur négligeable directement sur le Saint-Laurent mais très important sur l'ensemble du BGLSL.
Hausse du niveau de la mer	EF, ME, EMG	Décennies-siècles	+ 0,5 m	Causée, en partie, par le soulèvement isostatique et le réchauffement planétaire.
Soulèvement isostatique	T	Siècles	- 0,10 à + 0,50 m	Les repères des mesures de niveau d'eau changent lentement à cause de ce phénomène.

Légende : BGLSL : bassin Grands Lacs–Saint-Laurent; TF : tronçon fluvial; EF : estuaire fluvial; ME : moyen estuaire; EMG : estuaire maritime et golfe; T : tous les secteurs du Saint-Laurent.

* Le changement est évalué par rapport à la moyenne historique des niveaux d'eau.

**Évalué sur une base mensuelle.

Tableau 2 Fluctuations historiques des niveaux d'eau et facteurs d'influence pour les différents secteurs du Saint-Laurent

État

Secteur	Stations	Fluctuations des niveaux d'eau	Facteurs déterminants
Tronçon fluvial	Coteau-Landing	Les niveaux d'eau se sont stabilisés au-dessus de la moyenne historique depuis le début des années 1960. Les fluctuations saisonnières et interannuelles ont grandement diminué depuis ce temps.	Dans l'ensemble du tronçon fluvial, les facteurs déterminants du niveau d'eau sont, par ordre d'importance : • les fluctuations naturelles des précipitations (bassin des Grands Lacs et de la rivière des Outaouais); • les infrastructures de régularisation; • l'apport des rivières tributaires. À toutes les stations, l'amplitude moyenne annuelle des niveaux d'eau a été réduite par les mécanismes de régularisation.
	Pointe-Claire	Les fluctuations saisonnières sont moins fortes pour la période récente (1968-1995) que pour la première moitié du vingtième siècle. L'atténuation du régime des fluctuations du niveau d'eau depuis les années 1960 est beaucoup moins évidente à cette station qu'à Coteau-Landing.	
	Port de Montréal	Un changement majeur du régime hydrologique est noté depuis les années 1960 : l'amplitude des fluctuations saisonnières a grandement diminué.	La régularisation a diminué la variabilité interannuelle dans la partie ouest du tronçon fluvial. Dans sa partie est, l'effet est moins évident ou même absent, possiblement masqué par les fluctuations des facteurs naturels. L'influence de la régularisation diminue rapidement à mesure que l'on s'éloigne de Beauharnois vers l'aval pour devenir non significative dans l'estuaire fluvial.
	Sorel	Les fluctuations saisonnières sont moins fortes pour la période récente (1968-1995) que pour la première moitié du vingtième siècle. Comme à Pointe-Claire, le changement de régime depuis les années 1960 est moins évident qu'à Coteau-Landing.	
Estuaire fluvial	Neuville	Peu de changements importants dans le régime de fluctuations du niveau d'eau au cours du vingtième siècle.	Dans ce secteur, les marées et les conditions météorologiques (tempêtes, précipitation dans l'ensemble du BGLSL, embâcles, etc.) sont les principaux facteurs déterminant les niveaux d'eau. L'apport des rivières tributaires a aussi plus d'impact que la régularisation. L'effet des infrastructures de régularisation est faible.
Moyen estuaire		Aucune station n'a enregistré des données sur une période suffisante pour analyser les fluctuations des niveaux d'eau.	Les principaux facteurs déterminants du niveau d'eau sont les marées et les conditions météorologiques locales et régionales (vents et systèmes dépressionnaires). L'effet des infrastructures de régularisation est négligeable.
Estuaire maritime et golfe	Pointe-au-Père Sept-Îles Harrington Harbour	Aucun changement de régime hydrologique apparent. Tendance à long terme des niveaux d'eau à la hausse, surtout dans le golfe.	Les principaux facteurs déterminants du niveau d'eau sont les marées et les conditions météorologiques locales et régionales (vents et systèmes dépressionnaires). L'effet des infrastructures de régularisation est négligeable.

Commentaires

- Plusieurs des conclusions présentées ci-haut découlent d'une analyse des niveaux d'eau réalisée en considérant deux périodes distinctes, 1919-1946 et 1968-1995. La première période représente une époque antérieure à la construction de la Voie maritime du Saint-Laurent, des barrages, des plans de régularisation et des travaux majeurs d'aménagement sur le Saint-Laurent. La deuxième période représente une époque où aucune modification majeure des infrastructures anthropiques n'a été entreprise (ère moderne). En comparant les statistiques des deux périodes, on peut donc faire ressortir certains aspects de l'effet de l'établissement des mécanismes de contrôle et de régularisation sur les niveaux d'eau du Saint-Laurent.
- Dans le Saint-Laurent, le secteur du lac Saint-François (station de Coteau-Landing) est celui qui présente les plus grands changements du régime hydrologique entre les deux périodes.
- On observe des épisodes de bas niveaux d'eau à toutes les stations du tronçon fluvial vers le milieu des années 1930 et des années 1960 et des hauts niveaux persistants de 1970 à 1986.
- Des cycles naturels de 20 à 30 ans dans les niveaux d'eau du bassin Grands Lacs–Saint-Laurent (BGLSL) ont été rapportés par plusieurs auteurs.
- Le cycle saisonnier présente un niveau d'eau maximum au printemps (associé à la fonte des neiges) et minimum en été pour le tronçon fluvial et l'estuaire fluvial. Dans l'estuaire maritime et le golfe, le cycle saisonnier est fort différent : il présente un maximum durant les mois d'hiver et un minimum au printemps.
- Une étude plus élaborée serait nécessaire pour établir des liens précis entre les facteurs naturels et les niveaux d'eau du Saint-Laurent, en l'absence et en présence des mécanismes de régularisation anthropique. Par ailleurs, une analyse statistique poussée de l'ensemble des données de niveau d'eau le long du Saint-Laurent aiderait à préciser l'effet des modes de gestion et celui des fluctuations naturelles de l'apport en eau sur les fluctuations interannuelles des niveaux d'eau et des débits.

État

Tableau 3 Effets des hautes et des basses eaux extrêmes ou prolongées sur le Saint-Laurent et évaluation semi-objective de leurs impacts

	Hautes eaux (extrêmes ou prolongees)	Basses eaux (extrêmes ou prolongees)	Secteurs sensibles
Usages			
Propriétés riveraines	Probabilité plus forte d'inondations des infrastructures riveraines, en particulier dans la région de Montréal (la période 1970-1976 a donné lieu à d'importantes inondations sur les rives du lac Saint-Louis, du lac des Deux Montagnes, de la rivière des Mille Îles et de la rivière des Prairies); Réduction de la valeur commerciale des territoires riverains et diminution de la possibilité d'utilisation du sol; Augmentation des coûts d'indemnisation (assurances); Menace à la sécurité publique (ex. : inondations des années 1970 dans la région de Montréal). ***Impacts : -4 à -1***	Peu de problèmes pour les propriétés riveraines. ***Impacts : 0 à +1***	TF, EF, ME, EMG
Navigation commerciale	Transport de charges supérieures à la normale; Augmentation de la rentabilité de la navigation (apport économique favorable pour le Saint-Laurent); Possibilité de courants dangereux. ***Impacts : +1 à +2***	Perte de capacité de chargement des navires (chaque baisse de 30 cm du niveau d'eau se traduirait par une perte de charge d'environ 5 p. 100 de la cargaison totale d'un porte-conteneurs); Pertes économiques (en période de bas niveaux prolongés, les armateurs se dirigent vers un autre port nord-américain); Difficultés de navigation accrues; Le secteur le plus critique est le tronçon Montréal-Québec. ***Impacts : -4 à -3***	TF, EF, ME
Navigation de plaisance	Inondation des quais; Perte de revenus pour les marinas et les ports de plaisance; Possibilité de courants dangereux; Augmentation des superficies navigables. ***Impacts : -1 à +1***	Mise à sec des rampes de lancement; Perte de revenus pour les marinas et les ports de plaisance; Navigation difficile et dangereuse (lacs Saint-Pierre, Saint-Louis et des Deux Montagnes) ou impraticable (rivières des Mille Îles et des Prairies); Augmentation du nombre d'échouements (observée à divers endroits de la région de Montréal lors de périodes prolongées de bas niveaux en 1988 et en 1995); Réduction de la superficie des plans d'eau utilisable à cause de la prolifération des plantes aquatiques. ***Impacts : -3 à -1***	TF, EF
Énergie hydroélectrique	Augmentation de la production d'énergie hydroélectrique. ***Impacts : +2***	Diminution de la production d'énergie hydroélectrique. ***Impacts : -2***	TF
Approvisionnement en eau	Aucun effet documenté. ***Impacts : 0***	Approvisionnement en eau potable plus difficile; Coûts supplémentaires de traitement (la qualité de l'eau est souvent mauvaise car la capacité de dilution des rejets est réduite); Possibilité d'obstruction des prises d'eau par le frasil en hiver. ***Impacts : -2 à 0***	TF, EF

État

	Hautes eaux (extrêmes ou prolongées)	Basses eaux (extrêmes ou prolongées)	Secteurs sensibles
Usages (suite)			
Activités récréatives	Diminution de la superficie des plages; Érosion accrue des plages (la montée du niveau des océans entraîne un important processus d'érosion des plages dans le golfe du Saint-Laurent). ***Impacts : -2 à 0***	Augmentation de la superficie des plages (mais baignade difficile ou impossible en certains endroits) et augmentation de la distance d'immersion; Fermeture de certaines plages suite à une diminution de la qualité de l'eau (effet de dilution restreint et hausse de la température favorisant la contamination bactérienne) ou à la dégradation esthétique (vase et herbiers dégagés). ***Impacts : -2 à +1***	TF, EF, ME, EMG
Usages fauniques	Montaison plus facile des poissons vers leurs sites de fraie (dans le tronçon fluvial, plusieurs espèces frayent dans les plaines inondables); Limitation de la superficie des habitats de reproduction, de nidification et d'élevage des reptiles, du Rat musqué et de la sauvagine; Inondation de certains habitats (nids de canards, huttes de Rat musqué, sites de ponte de tortues, etc.); Pertes d'habitats riverains causées par l'érosion accrue des berges. ***Impacts : -1 à +3***	Accès aux frayères plus difficile (ex. : les bas niveaux nuisent à la migration de fraie du Poulamon atlantique à l'embouchure de la rivière Sainte-Anne); Diminution de la superficie des frayères (pour les espèces du tronçon fluvial frayant en plaine inondable); Déplacement vers l'amont du front de salinité, causant une perturbation du synchronisme entre l'éclosion, la dérive larvaire et le développement chez certaines espèces de poissons; Réduction de l'habitat de la sauvagine et du Rat musqué (suite à l'assèchement des marais provoqué par des bas niveaux). ***Impacts : -3 à -1***	TF, EF
Composantes du milieu			
Milieux humides	Pertes de superficie (au lac Saint-Louis, les hauts niveaux de 1972-1976 ont eu un impact négatif majeur sur les milieux humides); Diminution du pourcentage de végétation aquatique émergente. ***Impacts : -3 à -1***	Pertes de superficie (assèchement des herbiers); Invasion facilitée d'espèces végétales agressives ou exotiques. ***Impacts : -2 à 0***	TF, EF, ME
Végétation riveraine	Dépérissement des forêts riveraines (dans le tronçon fluvial, les hauts niveaux d'eau des années 1970 auraient causé la perturbation sévère du périmètre forestier de l'île de Dowker, une dégradation majeure du couvert forestier et arbustif aux îles de la Paix, et des dommages importants à l'Érable argenté autour du lac Saint-Louis. Des effets néfastes sur le Frêne rouge ont aussi été observés dans l'estuaire fluvial près de Québec; récemment, on a noté des pertes de forêts riveraines dans le golfe du Saint-Laurent, dues à la montée du niveau des océans). ***Impacts : -3 à -1***	Aucun effet documenté. ***Impacts : 0***	TF, EF, ME, EMG

État

Tableau 3 Effets des hautes et des basses eaux extrêmes ou prolongées sur le Saint-Laurent et évaluation semi-objective de leurs impacts (suite)

	Hautes eaux (extrêmes ou prolongées)	Basses eaux (extrêmes ou prolongées)	Secteurs sensibles
Composantes du milieu (suite)			
Rivages et berges	Pertes de rivage causées par une érosion accrue (phénomène observé dans tous les secteurs du Saint-Laurent : dans le tronçon fluvial, on estime qu'on perd de 1 à 2 m de rives par année entre Boucherville et le lac Saint-Pierre. Dans l'estuaire fluvial, les hauts niveaux des décennies 1920 et 1970 ont provoqué une érosion importante à Saint-Antoine-de-Tilly. Dans le golfe, certaines plages régressent à un rythme de 1 à 1,5 m par année à cause de la hausse du niveau de la mer). ***Impacts : -4 à -2***	Diminution de l'érosion hydrique; Possibilité d'envahissement des rives par la végétation terrestre ou par des développements anthropiques; Dégradation esthétique (rives à découvert). ***Impacts : -1 à +0***	TF, EF, ME, EMG
Qualité de l'eau	Augmentation de l'effet de dilution et meilleure oxygénation; Risque de dégradation de la qualité de l'eau (reflux des égouts, débordement des bassins de rétention, lessivage des sols). ***Impacts : -2 à +0***	Diminution de l'effet de dilution et détérioration de la qualité de l'eau, surtout en été lors de hautes températures favorisant la prolifération bactérienne (phénomène plus important dans des secteurs comme le lac Saint-Louis où l'écoulement de l'eau est maintenant concentré dans le chenal de navigation, laissant de faibles quantités d'eau près des rives). ***Impacts : -3 à -1***	TF, EF
Matières en suspension et sédiments	Augmentation de la quantité de matières en suspension charriées par le Saint-Laurent (environ 50 p. 100 de la charge sédimentaire au niveau de Québec est transportée lors de la crue printanière et le diamètre moyen des particules charriées est beaucoup plus grand que lors des périodes d'étiage). ***Impacts : -2 à -1***	Remise en suspension des particules fines à cause de la profondeur d'eau réduite; Risque de remise en suspension de sédiments toxiques; Possibilité de remise en suspension de sédiments par les navires (principalement entre Varennes et le lac Saint-Pierre, à Bécancour et au niveau de la Traverse du Nord près de l'île d'Orléans). ***Impacts : -1 à 0***	TF, EF

Commentaires

- Les effets des niveaux d'eau extrêmes sont présentés dans une perspective globale et non de façon locale ou sectorielle. À un endroit donné, seulement une partie de ces effets sont réellement observés.
- C'est dans le tronçon fluvial et dans l'estuaire fluvial que les fluctuations des niveaux d'eau sont susceptibles d'affecter le plus grand nombre d'usages et de composantes du milieu.
- Les basses eaux et les hautes eaux peuvent avoir des effets négatifs ou positifs, selon l'usage ou la composante considérée.
- Pour un usage donné (ou une composante du milieu), des basses eaux ou des hautes eaux peuvent avoir des effets positifs ou négatifs, selon l'endroit considéré, la période de l'année ou d'autres facteurs extérieurs.
- Dans le cas de l'utilisation faunique du Saint-Laurent, ce ne sont pas uniquement les niveaux bas ou élevés qui influencent l'usage, mais aussi leur synchronisme avec certaines parties du cycle vital des espèces fauniques considérées. L'aspect temporel ou saisonnier est aussi important pour d'autres usages, en particulier pour certaines activités récréatives.
- Pour les milieux humides, l'alternance de bas niveaux et de niveaux élevés semble être une condition essentielle pour maintenir la diversité et la productivité de ces milieux.

Légende : TF : Tronçon fluvial; EF : Estuaire fluvial; ME : Moyen estuaire; EMG : Estuaire maritime et golfe.
Évaluation des impacts : Nature de l'impact : + : Gain; - : Perte; Intensité de l'impact : 0 : nulle; 1 : faible; 2 : modérée; 3 : prononcée; 4 : extrême.

Réponse

Tableau 4 Sommaire des principales mesures existantes

Nom du programme	Type*	Date	Commentaires
Régularisation des niveaux d'eau de la section internationale du Saint-Laurent	R	1963	Le Conseil international de contrôle du fleuve Saint-Laurent est responsable de la régularisation des débits d'eau. Les mécanismes de régularisation ont une efficacité limitée car les principaux facteurs modifiant l'apport en eau dans le bassin ne peuvent être contrôlés ni prédits avec précision. Le plan de régularisation 1958-D repose sur des considérations principalement axées sur la navigation commerciale, la production hydroélectrique et la protection des propriétés riveraines. Le débit de sortie du lac Ontario vers le Saint-Laurent est déterminé en fonction des apports d'eau actuels et prévus et des conditions du niveau du lac Ontario. Le Conseil peut modifier les débits prévus par le Plan 1958-D pour faire face à des conditions extrêmes. La priorité est alors donnée aux riverains lorsque les débits sont élevés et elle est donnée à la navigation et à la production hydroélectrique lorsque les débits sont trop faibles. Un nouveau plan de régularisation appelé Plan 1998 a récemment été proposé à la Commission mixte internationale. Il se veut une amélioration au niveau de l'exploitation par rapport au Plan 1958-D, mais il apporte des changements minimes dans le régime des niveaux d'eau et des débits.
Lutte contre la formation d'embâcles en hiver	R	1968	Depuis 1953, les brise-glaces de la Garde côtière canadienne (GCC) sont utilisés afin d'assurer un passage en hiver dans le chenal de navigation. Cependant, le chenal est maintenu ouvert à l'année jusqu'à Montréal depuis 1968 seulement. Par ailleurs, des structures de contrôle des glaces ont été construites à travers le Saint-Laurent à proximité du pont Champlain et dans les bassins de La Prairie. Ces mesures permettent de réduire les risques d'inondation dues aux embâcles. D'autres estacades sont aussi installées, de façon saisonnière, entre Montréal et Trois-Rivières.
Programme de réduction des dommages causés par les inondations	A	1975	Ce programme national cherche à limiter les dégâts plutôt qu'à octroyer des indemnités aux sinistrés. La Convention entre le Gouvernement du Canada et le Gouvernement du Québec tente donc de limiter la construction dans les zones inondables. Pour chaque zone désignée, les deux paliers de gouvernement conviennent des mesures suivantes : a) ils ne feront aucune construction, ni n'approuveront ou ne financeront aucun aménagement dans les zones désignées; b) ils ne verseront aucun dédommagement pour des dégâts causés par des inondations, pour tout aménagement construit après qu'une zone ait été désignée vulnérable; et c) les provinces encourageront les autorités locales à faire le zonage de leur territoire en tenant compte des risques d'inondation.
Plan de régularisation de la rivière des Outaouais	R	1977	Ce plan vise à limiter les inondations tout en optimisant la production hydroélectrique sur la rivière des Outaouais. Il a pris naissance avec la mise sur pied de la Commission de planification de la régularisation de la rivière des Outaouais. La régularisation de la rivière des Outaouais est partielle et ne permet de limiter efficacement le risque d'inondation que pour la deuxième pointe de crue printanière de la rivière. De plus, elle ne permet aucune garantie de protection contre des hauts niveaux comme ceux observés de 1972 à 1976.
Convention Canada-Québec pour la rivière des Mille Îles	R	1986	Cette Convention vise la réduction des dommages d'inondation de la rivière des Mille Îles. Elle a mené à la construction, en 1986, d'un ouvrage de contrôle à l'entrée de la rivière, le barrage Grand-Moulin. Celui-ci permet de limiter le débit de la rivière à 700 m^3/s, seuil au-delà duquel surviennent presque tous les dommages sur la rivière des Mille Îles. Le barrage Grand-Moulin assure une meilleure protection de la rivière des Mille Îles, mais ne diminue en aucun cas le risque d'inondation pour la rivière des Prairies et le lac des Deux Montagnes.
Programme de gestion du complexe Beauharnois-Les Cèdres	R	1989	La gestion du complexe Beauharnois-Les Cèdres, situé à la décharge du lac Saint-François, s'effectue de pair avec celle du barrage Moses-Saunders, de sorte que le débit relâché soit à peu près égal au débit entrant. L'influence du complexe sur les niveaux d'eau du Saint-Laurent est donc mineure par rapport à celle du barrage Moses-Saunders. Par ailleurs, les niveaux d'eau entre Coteau et Pointe-des-Cascades présentent des problèmes de fluctuations rapides. Des ouvrages compensateurs ont donc été construits par Hydro-Québec afin de régulariser les débits et maintenir les niveaux d'eau constants, notamment pour répondre aux besoins récréatifs et esthétiques locaux. Malgré tout, on se plaignait fréquemment, avant 1989, des impacts sur les usages et la faune ichtyenne (mortalité des poissons). Depuis 1989, un nouveau mode d'exploitation est en vigueur suite à des études réalisées pour le compte d'Hydro-Québec. Ce mode d'exploitation a été adopté après consultation auprès des différents intervenants impliqués. Il aurait fait disparaître la mortalité chez certaines espèces de poissons, mais suscite encore des préoccupations chez les riverains.
Protocole d'Entente de 1992	A	1992	Le dragage vise à maintenir une hauteur d'eau garantie pour la navigation dans le chenal maritime. Cette hauteur garantie est passée de 10,7 m à 11,0 m avec le Protocole d'Entente de 1992 entre la GCC et les intervenants du secteur maritime. On a aussi procédé à l'installation d'un réseau de manomètres servant à mesurer et à communiquer en tout temps les niveaux d'eau aux transporteurs afin de permettre le chargement des navires à pleine capacité. Ce réseau permet également d'émettre des avertissements d'inondation plus rapidement. D'après le faible nombre d'abonnés au réseau, il semble que les compagnies de transport maritime ne profitent pas au maximum de ces informations.

* On distingue deux types de programmes : les programmes de régularisation des niveaux d'eau (R) et les programmes d'adaptation face aux fluctuations des niveaux d'eau (A).

Résumé

Les fluctuations des niveaux d'eau du Saint-Laurent sont attribuables en partie à des facteurs naturels (comme la précipitation), mais aussi à des facteurs anthropiques comme la présence de barrages hydroélectriques. En effet, plusieurs ouvrages d'ingénierie ont été implantés sur le Saint-Laurent au cours du vingtième siècle, surtout dans le tronçon fluvial. Des modes de gestion sont en vigueur pour régulariser les débits d'eau en amont et en aval de ces ouvrages, ce qui a modifié de façon appréciable les régimes hydrologiques annuels (et les niveaux d'eau), du moins dans certains secteurs du Saint-Laurent. L'importance relative des facteurs naturels et des facteurs anthropiques n'est pas parfaitement connue et varie d'un secteur à l'autre.

Les effets des fluctuations des niveaux d'eau sur les usages et les composantes naturelles sont nombreux, diversifiés et souvent opposés, ce qui implique que des conflits d'usage ne peuvent être évités. En effet, les attentes des différents groupes d'usagers sont souvent difficiles à concilier. Il est important de prendre aussi en considération les besoins des écosystèmes, qui peuvent eux-mêmes entrer en conflit (par exemple, la reproduction des poissons d'eau calme et la nidification de la sauvagine, qui sont respectivement favorisées par des hauts niveaux et des bas niveaux d'eau au printemps). Par ailleurs, le contrôle sur les niveaux d'eau n'est que partiel, ceux-ci étant en bonne partie déterminés par des facteurs climatiques sur lesquels on n'exerce aucun contrôle. Les phénomènes globaux comme les changements climatiques rendent la gestion des eaux encore plus complexe car ils interviennent à des échelles spatiales et temporelles plus larges (voir l'encadré).

Les changements climatiques globaux

Les spécialistes en sciences atmosphériques s'accordent à dire que le réchauffement de la planète est une réalité et on s'attend à ce qu'il s'accélère si aucune action n'est prise pour réduire les gaz à effet de serre. L'un des impacts majeurs des changements climatiques appréhendés pour le Québec méridional serait la réduction du débit du Saint-Laurent. Cette réduction de débit entraînerait des effets plus ou moins importants, selon le secteur considéré, sur les usages et les composantes naturelles du Saint-Laurent. Pour étudier les changements climatiques, les scientifiques utilisent les modèles de circulation générale atmosphérique (MCGA). Les scénarios produits par ces modèles ne doivent pas être considérés comme des prévisions climatiques mais plutôt comme des scénarios possibles d'évolution climatique. En effet, il n'existe pas de modèles capables d'interpoler de façon précise à l'échelle régionale. L'interprétation des résultats de ces modèles doit donc être faite avec prudence.

Composantes de Pression

Le bassin des Grands Lacs et du Saint-Laurent a connu un réchauffement de 0,7 °C au cours du dernier siècle. Dans l'est du Canada, il semble qu'on assiste surtout à une augmentation de la variabilité climatique. Il est prévu que la concentration de

dioxyde de carbone double par rapport à celle de l'ère préindustrielle, au cours du prochain siècle si aucune mesure de réduction des gaz à effet de serre n'est prise. Selon les MCGA, cela produirait un réchauffement moyen de 3 °C le long du Saint-Laurent d'ici 50 ans, une précipitation augmentée de 5 à 20 p. 100 en hiver et d'environ 10 p. 100 au printemps, un premier gel retardé de 9 à 14 jours et une fonte hâtée de 13 à 16 jours.

Composantes d'État

Effets sur les débits et les niveaux d'eau du Saint-Laurent

Selon les scénarios des MCGA correspondant à une atmosphère dont la concentration de dioxyde de carbone est doublée, le débit d'eau provenant du lac Ontario pourrait être réduit de 21 à 51 p. 100. En considérant un scénario de 40 p. 100 de réduction, le débit actuel du Saint-Laurent, évalué à 7300 m³/s à la hauteur du port de Montréal, ne serait plus que de 5100 m³/s, ce qui représente une valeur inférieure au minimum record de 5900 m³/s des 90 dernières années.

Effets sur les usages et les composantes du milieu naturel

Le principal impact du réchauffement climatique sur le Saint-Laurent serait de favoriser une baisse du niveau de l'eau dans la partie ouest (tronçon et estuaire fluvial) et une augmentation du niveau d'eau, par rapport à la normale, dans l'estuaire et le golfe. Les conséquences les plus probables seraient les suivantes :

Tronçon fluvial et estuaire fluvial

- augmentation du dragage;
- accroissement du risque à la navigation et augmentation des interventions d'assistance et de sauvetage;
- diminution de la capacité de chargement des bateaux;
- détérioration de la qualité de l'eau;
- perte de superficie des milieux humides;
- intrusions salines plus fréquentes dans l'estuaire fluvial avec risque de contamination des nappes phréatiques.

Moyen estuaire, estuaire maritime et golfe

- augmentation de l'érosion des plages et des rives;
- dépérissement des forêts riveraines;
- possibilité d'accueillir des navires à plus fort tirant d'eau.

Composantes de Réponse

Après avoir signé la Convention cadre sur les changements climatiques à Rio en 1992, le Canada s'est doté d'un programme d'action national afin de respecter ses engagements. Le projet *Bassin Grands Lacs–Saint-Laurent (BGLSL)* vise à améliorer la compréhension des interactions complexes entre le climat, l'environnement et la société afin de développer des stratégies d'adaptation régionale en réponse à un changement climatique dans le bassin Grands Lacs–Saint-Laurent. Les dirigeants du projet considèrent qu'il est important de développer des mécanismes d'adaptation et de mitigation maintenant, plutôt que d'attendre que des situations extrêmes deviennent incontrôlables. Par ailleurs, l'*Étude pancanadienne sur les impacts et l'adaptation à la variabilité et au changement du climat* vise à dresser l'état des connaissances actuelles sur les impacts possibles des changements climatiques projetés et sur les mesures d'adaptation à ces changements. La partie de l'Étude consacrée au Québec a permis de faire le point sur les connaissances et d'identifier de nombreuses lacunes et recommandations. En décembre 1997, le Canada a signé le *Protocole de Kyoto* par lequel il s'engage à réduire de 6 p. 100 (par rapport aux niveaux de 1990) ses émissions de gaz à effet de serre d'ici la période 2008-2012.

Beaucoup d'imprécisions et d'incertitudes caractérisent les connaissances relatives aux effets des changements climatiques sur les fluctuations des niveaux d'eau. Cela ne devrait toutefois pas servir de prétexte pour amoindrir l'importance des impacts appréhendés sur le Saint-Laurent. En effet, même s'ils sont encore incertains, les impacts anticipés par plusieurs études sont trop importants pour être ignorés. Une approche de gestion préventive est donc souhaitable (principe de précaution). Dans ce contexte, des actions visant la réduction de la vulnérabilité des usages et des composantes naturelles face à une variabilité climatique accrue pourraient être entreprises dès maintenant. ■

Pistes d'action

Dans une perspective de développement durable, il est souhaitable de fixer des objectifs environnementaux[1] et des objectifs de maintien d'usage pour assurer la pérennité des ressources et des usages reliés au Saint-Laurent. En ce qui concerne les niveaux d'eau, des balises pouvant être considérées comme des objectifs de maintien d'usage existent actuellement pour la navigation commerciale (hauteur d'eau garantie de 11 m dans le chenal de navigation) et la protection des propriétés riveraines (éviter toute construction dans la zone avec période de récurrence des inondations de 20 ans ou moins). Pour les autres usages, de même que pour l'ensemble des composantes naturelles, il n'existe pas d'objectifs reconnus pouvant s'appliquer à l'ensemble du Saint-Laurent. Plusieurs objectifs ont été proposés au début des années 1980 pour la gestion des niveaux d'eau dans la région de Montréal, notamment en ce qui concerne la végétation des milieux humides, les poissons, la sauvagine, le Grand Héron, le Rat musqué, la qualité de l'eau, la baignade et la navigation de plaisance. Bien qu'ils reposent parfois sur des données incomplètes et qu'ils puissent être imparfaits et difficilement applicables à d'autres régions, ces objectifs pour la gestion des niveaux et des débits constituent une assise sur laquelle les efforts actuels et futurs pourraient s'appuyer.

L'établissement de tels objectifs s'avère difficile car on connaît encore mal les liens entre les niveaux d'eau et la plupart des usages. De plus, les niveaux d'eau optimaux peuvent varier dans certains cas selon la saison ou d'un endroit à l'autre du Saint-Laurent. Enfin, un niveau d'eau donné peut être avantageux pour un aspect d'un usage mais désavantageux pour un autre aspect du même usage. C'est le cas, notamment, pour les usages fauniques où des hauts niveaux d'eau peuvent favoriser la montaison des poissons mais nuire au maintien des habitats de la sauvagine et de plusieurs reptiles. Ainsi, l'identification des niveaux optimaux pour la faune ou le maintien des habitats pourrait être une action souhaitable, mais difficile à réaliser car les besoins de la faune et de la flore (en regard des niveaux d'eau et de leurs fluctuations) varient d'une espèce à l'autre.

Une première étape dans l'établissement de ces objectifs pourrait être la recherche d'un consensus parmi les intervenants concernés par le Saint-Laurent, quant aux niveaux d'eau à privilégier dans une perspective de développement durable. En effet, comme plusieurs usages et composantes naturelles ont des besoins opposés, des choix de société seront nécessaires lors de l'établissement d'objectifs environnementaux ou d'objectifs de maintien d'usage. Par ailleurs, il faudra vraisemblablement adopter une approche préventive afin d'assurer le maintien des usages et des composantes naturelles, en particulier dans le contexte des changements climatiques globaux.

Certaines actions concrètes peuvent être envisagées dès maintenant à la lumière des conclusions présentées au tableau 5. Ces informations sont regroupées en cinq grandes catégories qui, sans être exhaustives, correspondent aux principaux champs d'intervention à considérer pour mieux gérer la problématique des niveaux d'eau du Saint-Laurent et améliorer la situation actuelle.

1. Un objectif environnemental est une balise, un seuil ou une cible à atteindre se rapportant soit à une activité humaine, à une pression générée par des activités humaines ou à une composante de l'écosystème affectée par les pressions. Ces objectifs visent ainsi à maintenir les activités humaines à des niveaux sans effets graves ou irréversibles sur les écosystèmes, à réduire ou limiter les pressions à un niveau acceptable pour les écosystèmes et les usages associés, ou encore à protéger, récupérer ou restaurer les écosystèmes.

Tableau 5 Conclusions et pistes d'action relatives aux principaux champs d'intervention en regard des niveaux d'eau du Saint-Laurent

Gestion et régularisation des niveaux d'eau

- La Commission mixte internationale (CMI) a mené, de 1988 à 1993, une vaste étude visant à examiner les moyens de remédier aux effets néfastes des fluctuations des niveaux d'eau. Les principales recommandations du rapport privilégient le contrôle des aménagements riverains plutôt que la mise en place de nouvelles structures de régularisation. Les coûts et les impacts environnementaux inhérents aux travaux d'envergure que nécessitent les ouvrages de régularisation sont parmi les principaux facteurs à la base de ces recommandations.
- La gestion des niveaux d'eau doit prendre en considération les intérêts souvent divergents d'un nombre croissant d'intervenants sociaux, économiques et environnementaux, ce qui occasionne de nombreux conflits d'usage. Le Centre Saint-Laurent d'Environnement Canada et le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec ont tous deux déposé, en 1995, des mémoires à la CMI visant l'ajout des considérations relatives au maintien des usages fauniques et des composantes naturelles dans les stratégies de régularisation du niveau d'eau dans le bassin Grands Lacs–Saint-Laurent. Ces revendications pourraient impliquer l'identification des niveaux optimaux pour la faune et le maintien des habitats à considérer dans la gestion de l'eau de la section internationale du fleuve. Elles pourraient également s'adresser à la Commission de régularisation de la rivière des Outaouais.
- La révision des modes de gestion imposés par le plan de régularisation actuel est revendiquée par de nombreux intervenants. On demande entre autres d'y inclure davantage de considérations environnementales. De plus, le plan actuel est basé sur les niveaux d'eau historiques qui ne reflètent vraisemblablement plus la réalité actuelle et à venir, en raison des changements climatiques déjà amorcés.
- Il n'existe pas de politiques gouvernementales concernant spécifiquement la gestion des niveaux d'eau. La gestion actuelle relève d'un traité Canada–États-Unis qui couvre de façon très générale les besoins globaux de plusieurs états américains et provinces canadiennes. Pour améliorer cette situation, une approche plus intégrée pour la gestion de l'eau est demandée par de nombreux intervenants. La politique réclamée devrait, entre autres, inclure des mesures de protection des rives, du littoral et des plaines inondables, et favoriser le consensus et la conciliation plutôt que l'affrontement des différents intervenants ayant des intérêts divergents.

Adaptation face aux fluctuations des niveaux d'eau

- Les niveaux d'eau ne peuvent être complètement contrôlés et dépendent en bonne partie des facteurs climatiques. Les inondations récentes au Québec montrent que les phénomènes naturels entraînent parfois des fluctuations hydrologiques extrêmes qu'aucune infrastructure existante ne peut absorber. Dans le contexte des changements climatiques globaux, une augmentation de la variabilité climatique est un phénomène tout à fait possible et pourrait contribuer à augmenter la fréquence des inondations. Le seul moyen d'éviter leurs effets ou de les atténuer consiste à ne pas s'installer en plaine inondable. Cependant, cette stratégie d'adaptation devrait être accompagnée d'une analyse poussée des inondations extrêmes survenues le long du Saint-Laurent depuis une trentaine d'années.
- Il existe actuellement un programme gouvernemental fédéral-provincial qui vise à inciter la population à ne pas s'installer en plaine inondable (programme de réduction des dommages causés par les inondations - PRDCI). Compte tenu de l'augmentation de la fréquence des inondations au Québec et au Canada ces dernières années, de nouvelles mesures plus restrictives que celles identifiées dans le PRDCI pourraient être envisagées afin de limiter les dégâts, notamment par le biais d'éventuelles réglementations au niveau du zonage et de l'aménagement du territoire.

Éducation de la population et communication de l'information scientifique

- L'établissement de toute mesure de gestion des niveaux d'eau est voué à l'échec si elle n'est pas comprise et acceptée du public et des différents intervenants. Les audiences publiques tenues par la CMI, et plus récemment, de nombreux mémoires présentés à la Commission Nicolet sur les inondations du Saguenay démontrent qu'il existe des lacunes importantes en ce qui concerne la qualité de l'information circulant au sein de la population et de plusieurs groupes d'intérêts (riverains, écologistes, navigateurs, décideurs), en particulier au niveau de : a) la régularisation des eaux, les contraintes opérationnelles et les limites des ouvrages de gestion de l'eau; b) l'importance des facteurs climatiques (précipitation, embâcles, vent, etc.) dans les fluctuations à court terme, saisonnières ou interannuelles des niveaux d'eau; et c) la reconnaissance des risques réels d'inondation des propriétés situées dans la zone inondable.
- La population a développé le réflexe de faire confiance à la technologie pour régler les problèmes d'ordre technique. La reconnaissance par le public du danger des inondations et du concept de zone inondable demeure faible malgré les efforts du PRDCI. En effet, on observe au sein de la population plusieurs perceptions non conformes à la réalité en ce qui concerne les risques liés aux inondations. Les efforts de sensibilisation dans ce domaine pourraient être poursuivis.
- Une meilleure communication de l'information scientifique permettrait d'éliminer un grand nombre d'attentes irréalistes de la part des différents groupes d'intérêt face à la façon dont les barrages devraient être gérés, notamment en ce qui concerne la portion internationale du Saint-Laurent.

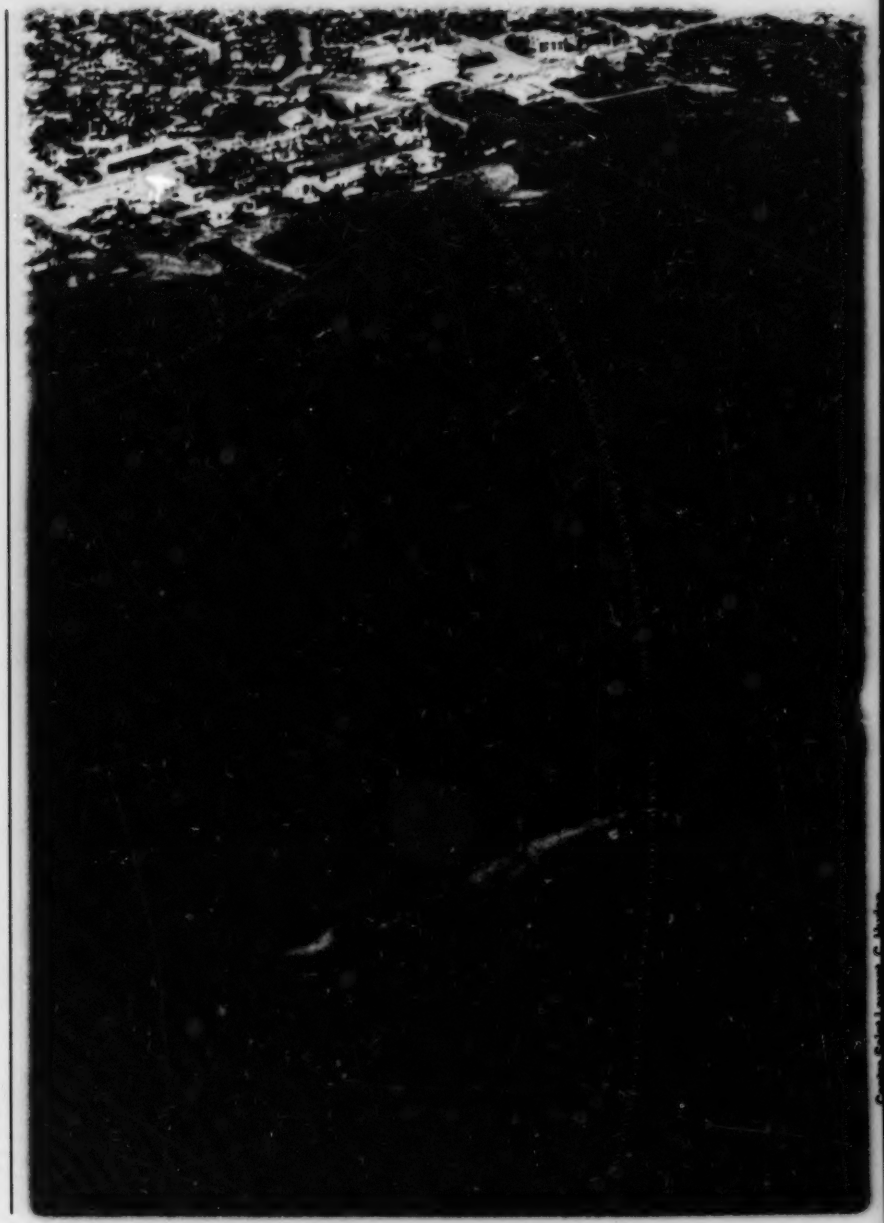
Surveillance et suivi

- Plusieurs usages anthropiques sont dépendants des fluctuations des niveaux d'eau du Saint-Laurent. L'amélioration des prévisions à court, moyen et long terme des niveaux d'eau constitue donc une mesure qui faciliterait la planification d'un grand nombre d'usages et améliorerait la sécurité du public. Par exemple, la connaissance précise des niveaux d'eau et des débits par un suivi efficace permettrait une meilleure utilisation et une augmentation de la charge des transporteurs maritimes tout en diminuant les risques d'accident. La transmission rapide des données à partir des réseaux de stations de jaugeage et d'hydrométéorologie s'est améliorée avec la création du Système d'information sur les niveaux d'eau côtière et océanique, mais des mécanismes devraient être mis sur pied pour faciliter l'utilisation plus efficace des informations obtenues par ce système.
- Il n'existe aucun suivi des composantes naturelles du Saint-Laurent en regard des fluctuations des niveaux d'eau. Un tel suivi permettrait d'améliorer les connaissances sur les effets à moyen et à long terme des fluctuations des niveaux d'eau. Étant donné l'importance des milieux humides en tant qu'habitat faunique et leur sensibilité aux fluctuations des niveaux d'eau, l'inventaire de ces milieux déjà amorcé en plusieurs endroits aurait intérêt à être effectué systématiquement dans tous les secteurs du Saint-Laurent. En ce qui concerne les ressources fauniques, il existe aussi un besoin de suivre l'évolution de certains descripteurs. Par exemple, le suivi de la force des cohortes de certaines espèces constitue un moyen à considérer pour acquérir de nouvelles informations pertinentes sur l'état des populations susceptibles d'être affectées par les fluctuations des niveaux d'eau.
- Les habitats fauniques et les propriétés riveraines sont très sensibles au phénomène de l'érosion. L'érosion des plages est aussi un phénomène de plus en plus préoccupant, notamment dans le golfe du Saint-Laurent, à cause de la montée du niveau des océans. Un réseau de surveillance à long terme de l'érosion des rives et du recul des falaises le long du Saint-Laurent est donc souhaitable.

Tableau 5 Conclusions et pistes d'action relatives aux principaux champs d'intervention en regard des niveaux d'eau du Saint-Laurent (suite)

Acquisition de connaissances

- Les connaissances relatives aux effets des fluctuations des niveaux d'eau (objectifs environnementaux) sont encore insuffisantes pour établir des mesures de gestion des niveaux d'eau visant le maintien des différents usages et composantes naturelles du Saint-Laurent. Entre autres, les relations entre le biotope et les variations du niveau ou du débit du Saint-Laurent ne sont pas quantifiées, ce qui constitue une étape importante pour l'évaluation de la sensibilité des habitats et des communautés biologiques. Des connaissances accrues sur l'importance du synchronisme des phénomènes pour la faune, ainsi que sur les liens entre les niveaux d'eau, les ressources fauniques et la plupart des usages anthropiques sont aussi requises. À cet effet, l'intégration des résultats des meilleurs modèles disponibles dans chaque secteur de recherche reste à faire.
- Les liens entre les cycles climatiques et hydrologiques sont mal connus. Une analyse statistique multivariée de l'ensemble des données hydrologiques et climatiques disponibles sur le bassin Grands Lacs–Saint-Laurent permettrait de mieux comprendre ces liens.
- Étant donné l'importance des facteurs climatiques sur les fluctuations des niveaux d'eau du Saint-Laurent et l'évidence des changements climatiques globaux, des études supplémentaires s'imposent. Il existe un manque de connaissances au niveau des actions adéquates devant être entreprises pour s'adapter de façon efficace à un changement climatique. On observe aussi un manque évident de modèles pour évaluer les répercussions précises des changements climatiques sur le Saint-Laurent. À cet égard, la Commission mixte internationale recommande la poursuite des travaux pour développer une estimation des impacts possibles du changement climatique sur le bassin Grands Lacs–Saint-Laurent. Dans ce contexte, des zones plus vulnérables aux changements climatiques pourraient être identifiées.



Pour plus d'information

BERGERON, L. 1995. *Les niveaux extrêmes d'eau dans le Saint-Laurent : ses conséquences économiques et l'influence des facteurs climatiques.* Rapport présenté à Environnement Canada, Direction de l'environnement atmosphérique.

COMITÉ SUR LA RÉGULARISATION DES EAUX. 1976. *Rapport final du Comité de régularisation des eaux. Région de Montréal.* Ministère des Richesses naturelles et Environnement Canada.

COMMISSION MIXTE INTERNATIONALE. 1993. *Étude de renvoi sur les niveaux du bassin du Saint-Laurent et des Grands Lacs.* Conseil d'étude. Projet de rapport final.

FARID, C., J. JACKSON et K. CLARK. 1997. *The fate of the Great Lakes. Sustaining or draining the sweetwater seas?* Publié par Canadian Environmental Law Association and Great Lakes United.

PÊCHES ET OCÉANS CANADA. 1997. Base de données SDMM – Service des données sur le milieu marin. Service Hydrographique du Canada, région Laurentienne, Mont-Joli.

ROBICHAUD, A. et R. DROLET. 1998. *Rapport sur l'état du Saint-Laurent – Les fluctuations des niveaux d'eau du Saint-Laurent.* Équipe conjointe bilan, composée de représentants d'Environnement Canada, de Pêches et Océans Canada et du ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Sainte-Foy. Rapport technique.

SECRÉTARIAT ARCHIPEL. 1986. *Projet Archipel. Étude de faisabilité. Rapport technique nº 4 : Évaluation des effets sur l'environnement. Annexe 18 : La gestion optimale pour la flore, la faune et les loisirs.* Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche et Ministère des Affaires municipales.

YEE, P., R. EDGETT et A. EBERHARDT. 1995. *Régulation des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent. Ce que cela signifie et comment cela fonctionne.* Environnement Canada, région de l'Ontario et Division du centre nord du U.S. Army Corps of Engineers.

RÉALISATION

Conception et orientation

Équipe conjointe bilan : Hélène Bouchard, Environnement Canada et Louis Roy, ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec

Recherche et rédaction

Équipe conjointe bilan : Alain Robichaud et René Drolet, ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec

PRODUCTION

Environnement Canada – Centre Saint-Laurent
105, rue McGill, 7e étage, Montréal
(Québec) H2Y 2E7

Coordination

Louise Quilliam

Conception graphique

Denise Séguin et VirageGraph Inc.

Cartographie

Françoie Boudreault

Révision linguistique

Monique Simond

[illegible]

[illegible]

Saint-Laurent Vision 2000 est un plan d'action régit par une entente de concertation intervenue entre les gouvernements du Canada et du Québec qui vise à conserver, protéger et mettre en valeur le Saint-Laurent afin d'en redonner l'usage à la population. L'un des objectifs poursuivis par cette entente est l'amélioration des connaissances sur le Saint-Laurent et leur diffusion auprès des décideurs, des communautés riveraines et de la population.

Les fiches de la série ***L'état du Saint-Laurent*** s'inscrivent dans cette optique. Leur principal objectif est de dégager les connaissances pertinentes sur l'état du Saint-Laurent en territoire québécois, dans une perspective de prise de décision. L'orientation retenue met l'accent sur une série d'enjeux interprétés en fonction d'une approche « Pression-État-Réponse ». Cette dernière vise à établir des liens de causalité entre les pressions exercées sur le Saint-Laurent par des catastrophes naturelles et des activités humaines, l'état des milieux et des ressources et les mesures prises à leur égard (réponses existantes). Chaque enjeu fait l'objet d'une fiche qui s'adresse aux décideurs et au public intéressés par la sauvegarde du fleuve. ■

Erratum

Recherche et rédaction

Équipe conjointe bilan : Alain Robichaud;
René Drolet, Pêches et Océans Canada

Publié avec l'autorisation du ministre de l'Environnement

© Ministre des Travaux publics
et Services gouvernementaux Canada 1998

ISBN : 0-662-82761-9
N° de catalogue : En 153-97/1998-2-1F

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 1998
Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Canada, 1998

Photographie de la page couverture : Michel Boulianne

Also available in English under the title:
Fluctuating Water Levels in the St. Lawrence River

Ce papier contient au moins 20 % de fibres recyclées après consommation.